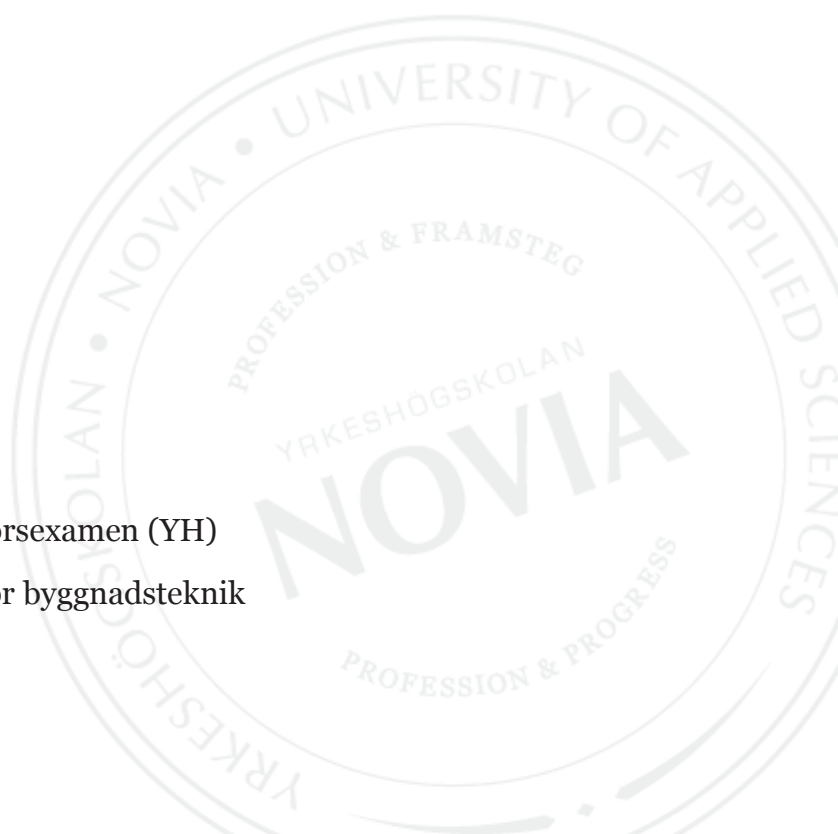


Val av värmekälla för radhusbygge

Erik Sjöblom

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik
Vasa 2011



EXAMENSARBETE

Författare:

Erik Sjöblom

Utbildningsprogram och ort:

Byggnadsteknik Vasa

Inriktningsalternativ/Fördjupning:

Byggnadskonstruktion

Handledare:

Leif Östman

Titel: *Val av värmekälla för radhusbygge*

Datum 11.04.2011

Sidantal 54

Bilagor 13

Abstrakt

Detta ingenjörsarbete är ett beställningsarbete, gjort på uppdrag av ingenjörsbyrå Mathias Smeds i Vasa. Arbetet är en ekonomisk jämförelse mellan olika uppvärmningssystem för radhuslägenheter. I ett tidigare radhusprojekt installerades direkt elvärme. Inför kommande radhusprojekt vill man välja värmesystemet med betoning på lägre energiförbrukning, men inom rimliga prisnivåer så att lägenheterna går att sälja.

För att bestämma uppvärmningssystem bör en lägenhets energiförbrukning vara känd. Energiförbrukningen har räknats med programmet DOF-Energy, som korrelerar med nuvarande byggbestämmelsesamling. Många variabler i programmet har utretts noggrant för att få ett så realistiskt resultat av energiförbrukningen som möjligt. Dessutom har kommande byggbestämmelsesamlings beräkningsregler och krav på energieffektivitet använts, för att kalkylerna skall vara aktuella en längre tid.

De olika uppvärmningssystemen, direkt elvärme, direkt elvärme kompletterat med vindkraftverk, solfångare eller en luft-luft värmepump, kombinationer av dessa, samt dessutom vattenburna värmesystem med olika värmepumpar och solfångare som uppvärmningsmetod, jämförs med nuvärdesmetoden samt pay-off metoden.

Resultatet visar att kombinationen direkt elvärme med solfångare och en luft-luft värmepump eller enbart en frånluftsvärmepump är de förmånligaste alternativen. Direkt elvärme är billigare, både vid installation och drift, men det allmänna missnöjet, samt kommande byggbestämmelsesamling gör ändå frånluftsvärmepumpen attraktivare. För de som värdesätter låga månatliga energikostnader rekommenderas alternativet med frånluftsvärmepump, eventuellt i kombination med solfångare. För billigare investeringskostnader kan direkt eluppvärmning av vattnet användas. Detta leder dock till betydligt högre månatliga energiräkningar.

Språk: svenska

Nyckelord: radhus, värmesystem, energi

Förvaras: Examensarbetet finns tillgängligt antingen i webbiblioteket Theseus.fi eller i Tritonia, Vasa vetenskapliga bibliotek.

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Erik Sjöblom
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot:	Rakennussuunnittelu
Ohjaaja:	Leif Östman

Nimike: *Rivitalon lämmitysjärjestelmän valinta*

Päivämäärä 11.04.2011

Sivumäärä 54

Liitteet 13

Tiivistelmä

Tämä insinöörityö on tilaustyö, joka tehdään insinööritoimisto Mathias Smedsille Vaasassa. Työ on taloudellinen vertailu rivitalon eri lämmitysjärjestelmien välillä. Edellisessä rivitalohankkeessa asennettiin suora sähkölämmitys. Tulevassa rivitaloprojektissa halutaan valita lämmitysjärjestelmä, jossa korostetaan pienempää energiakulutusta, mutta kuitenkin sen verran kohtuullinen hintataso että voidaan vielä myydä huoneistot.

Jotta voidaan valita lämmitysjärjestelmä, asunnon energiakäyttö on oltava tiedossa. Energikulutus on laskettu DOF-Energia nimisellä ohjelmalla, joka korreloi nykyisen Suomen rakentamismääräyskokoelman kanssa. Monet muuttujat ohjelmassa on tutkittu huolellisesti, jotta saadan niin realistinen tulos kuin mahdollista. Lisäksi tulevat Suomen rakentamismääräyskokoelman laskenta säännöt ja energivaatimukset on käytetty, jotta laskelmat olisivat voimassa pitempään.

Eri lämmitysjärjestelmät, suora sähkölämmitys, suora sähkölämmitys täydennettynä tuulivoimaloilla, aurinkopaneeleilla tai ilma-ilma lämpöpumpulla ja näiden eri yhdistelmät tutkitaan. Sen lisäksi tutkitaan myös vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät, joissa käytetään erilaisia lämpöpumppuja ja aurinkokeräimiä. Nämä lämmitysjärjestelmät vertaillaan nykyarvomenetelmän ja Pay-Offin laskentamenetelmän avulla.

Tulokset osoittavat, että suora sähkölämmitys yhdistettynä aurinkopaneeleihin ja ilma-ilma lämpöpumppuun tai pelkkä poistoilmalämpöpumppu ovat houkuttelevimmat vaihtoehdot. Suora sähkölämmitys on halvempi, sekä asennusvaiheessa että käytön aikana, mutta yleinen tyytymättömyys ja tulevat rakennusmääräitelmät osoittavat kuitenkin, että poistoilmalämpöpumppu on houkuttelevampi vaihtoehto. Niille, jotka arvostavat matalia energiakustannuksia, suositellaan poistoilmalämpöpumppua, ehkä yhdistettynä aurinkokeräimiin. Jotta saadan matalammat investointikustannukset suora sähkölämmitys on kuitenkin vielä mahdollista. Tämä johtaa kuitenkin paljon korkeampiin kuukausittaisiin energialaskuihin.

Kieli: ruotsi Avainsanat: rivitalo, lämmitysjärjestelmä, energia

Arkistoidaan: Opinnäytetyö on saatavilla joko ammattikorkeakoulujen verkkokirjastossa Theseus.fi tai Tritoniassa, Vaasan tieteellinen kirjasto.

BACHELOR'S THESIS

Author:	Erik Sjöblom
Degree programme:	Building Engineering
Specialization:	Structural design
Supervisor:	Leif Östman

Title: *Heating system for terrace house*

Date 11.04.2011

Number of pages 54

Appendices 13

Abstract

This thesis is commissioned by Ingenjörbyrå Mathias Smeds in Vaasa. The purpose of this thesis work is to make a financial comparison between different heating systems. In an earlier project on a terrace house, the installed heating system was electricity. For future terrace houses the goal is to choose a heating system with lower energy consumption, but still within reasonable financial limits so that the apartments will be easy to sell.

In order to choose a heating system, the energy consumption of an apartment has to be known. The energy consumption has been calculated with a program called DOF-Energy, which correlates with current building regulations. Many variables in the program have been calculated carefully in order to get a realistic result. Furthermore, future building regulations and demands on energy efficiency have been used in order to keep the results up to date for a longer time.

Different heating systems, electricity, electricity combined with wind power, solar power and combinations of these, as well as waterborne systems with different heating pumps and sun panels are compared with the net present values and the pay-off calculation methods.

The results show that the combination of electricity with sun panels and an air-air heating pump, or just an exhaust air heat pump, are the most interesting alternatives. Electricity is cheaper, both while installing and when in use, but due to the negative public interest and the future building regulations the exhaust air heat pump is more interesting. For those who value low energy costs an exhaust air system is recommended, possibly combined with sun panels for heating of the tap water. For lower installation costs it is possible to warm up the water used for heating with just electricity. This will, however, lead to bigger energy bills.

Language: Swedish

Key words: terrace house, heating system, energy

The Bachelor's thesis is available either at the web library Thesesus.fi or in the Tritonia Academic Library, Vasa.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Förord	1
1.2	Målet och syftet med uppgiften	1
1.3	Metodval	2
1.4	Problematik.....	3
1.5	Användningen av alternativa energikällor idag.....	4
1.6	Avgränsning av arbetet.....	5
1.7	Översikt av innehållet.....	5
2	Bygglövsfrågor för små vindkraftverk och solpaneler	7
3	Olika energikällor som uppvärmningssystem	10
3.1	Solenergi	10
3.2	Vindkraft.....	12
3.2.1	Historia	12
3.2.2	Ett modernt vindkraftverk.....	13
3.3	Värmepumpar.....	15
3.3.1	Värmekällor för värmepumpar	16
3.3.2	Luft-luft värmepumpar.....	18
3.3.3	Luft-vatten värmepump.....	20
3.3.4	Frånluftsvärmepump	20
3.4	Sammanfattning av de olika energikällorna	20
4	Nya byggbestämmelser.....	21
5	Energibehov för Solf-Solfjädern	23
5.1	Resultatet av "Energibehov för Solf-Solfjädern"	25
6	Lönsamhetskalkyler	30
6.1	Kalkylteori.....	30
6.2	Olika energikällors förutsättningar.....	31
6.2.1	Vindkraftverk.....	32
6.2.2	Solenergi	34
6.2.3	Luft-luft värmepump.....	36
6.2.4	Luft-vatten värmepump.....	38
6.2.5	Frånluftsvärmepump	39
7	Resultat	40
8	Resultattolkning.....	45
9	Kritisk granskning av resultatet.....	47
10	Diskussion	50
	Källförteckning	53

Bilageförteckning

1. Bilaga 1 - *Pientuulivoimaloiden sijoittaminen kaupunkialueella* – Principbeslut för placering av mindre privata vindkraftverk i Vasa.
2. Bilaga 2 – *Pientuulivoimaloiden sijoittaminen kaupunkialueella* – Beskrivande bild för placeringen av mindre vindkraftverk i Vasa.
3. Ritningar över Karperö-Solfjädern.
4. Solfångares produktionskapacitet under ett år.
5. Energiproduktionskapaciteten för vindkraftverket WS-0,3B
6. Orterna för de 25 högsta medelvindhastigheterna i Finland och Danmark.
7. ”Klimatmål konkurrerar ut elvärme”. Artikel i Hufvudstadsbladet som berör de kommande energibestämmelserna i Finlands byggbestämmelsesamling.
8. Ekonomiska kalkyler för olika värmesystem
9. Energistatistik för Finland.
10. Energiberäkningar för Solf-Solfjädern.
11. Vuoden 2012 rakentamisen energiatehokkuusvaatimukset lähtevät lausunnoille
12. Energiförbrukningen vid användningen av en luft-vatten värmepump under månaderna december till februari.
13. Resultat.

Definitioner och förkortningar

ET-tal: Ur finskans ”rakennuksen energiatehokkuus”. Energiförbrukningen för byggnader bestäms enligt deras totala energiförbrukning. Denna anges med enheten kWh/bruttoarea/år. Ju högre tal, desto större förbrukning. Detta kan läsas ur dokumentet ”Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen” som statens miljöförvaltning har gett ut.

DOF-Energia: Ett beräkningsprogram för att beräkna en byggnads energiförbrukning. Programmet beaktar bland annat olika byggnadsdelar, luftombyten, solstrålning och uppvärmning av bruksvattnet. Programmet är uppbyggt så att användaren matar in bl.a. grunddata för byggnaden, areor och volymer, men även uppgifter om teknisk utrustning inne i huset, såsom lampor, ventilation och U-värden. På basis av dessa värden räknar sedan programmet ut hur mycket energi byggnaden behöver för att behålla den givna inomhustemperaturen och värma upp allt varmvatten samt för energianvändningen för alla elapparater. Dessutom kan man se hur mycket energi som läcker genom mantelytan, samt hur mycket energi det går åt för enbart uppvärmning av varmvattnet eller rummet.

COP-värde: ”Coefficient of performance” anger en värmepumps verkningsgrad. Till exempel värdet 2 beskriver att pumpen producerar dubbelt mycket mera energi än den förbrukar under samma tid.

Energicertifikat: Med hjälp av ett energicertifikat kan man jämföra olika byggnaders energiprestanda. I detta dokument anges hur mycket energi en viss byggnad använder för det användningsändamål byggnaden är planerad. Energiklassen anges på en skala mellan A och G, där en byggnad klassificerad som A förbrukar betydligt mindre energi än en G klassificerad byggnad. Detta kan läsas från statens energiförvaltnings hemsidor.

Finlands byggbestämmelsesamling: I denna beskrivs de krav som gäller bl.a. byggnadstekniska och motsvarande föreskrifter och anvisningar som kompletterar markanvändnings- och bygglagen. Föreskrifterna är förpliktande, medan anvisningar inte är det. Föreskrifterna som nämns i denna byggbestämmelsesamling gäller vid uppförandet av nybyggnader. Byggbestämmelsesamlingen är uppdelad i många olika delar, varav de viktigaste för detta arbete är del C, som behandlar isoleringar, samt del D, som omfattar VVS och energihushållning. Informationen hämtad från statens miljöförvaltnings webbtjänst.

C3: Föreskrifterna i denna del ”gäller nya byggnader i vilka energi används för uppvärmning och ytterligare för kylning för att uppnå ändamålsenlig rumstemperatur” I denna behandlar bl.a. U-värdeskraven på en byggnads mantelyta.

D3: Föreskrifterna i denna del ”gäller nya byggnader i vilka energi används för produktion av ändamålsenlig rumstemperatur, inomhuskvalitet, belysning, varmt tappvatten eller övriga energitjänster.” I denna del behandlas bl.a. kraven på energiprestanda för en byggnad, beräkningsregler för energiförbrukningen samt en genomgång av en byggnads värmeförluster.

D5: ”Beräkningsförfarandet i dessa anvisningar kan användas för beräkning av byggnadens energiförbrukning, byggnadens förbrukning av köpt energi, uppvärmningseffekten och inomhustemperaturen sommartid.” Denna del behandlar beräkningsmetoder för bestämning av en byggnads energiförbrukning.

Karperö-Solfjädern: Mathias Smeds föregående radhusbygge, placerat i Karperö, byggt enligt C3 2002 i Finlands byggbestämmelsesamling

Solf-Solfjädern: Mathias Smeds ännu inte påbörjade radhusbygge. Radhuset kommer att byggas i Solf, enligt bestämmelserna för 2010.

1 Inledning

1.1 Förord

Detta examensarbete utförs på Yrkeshögskolan Novias program för byggnadsteknik. Arbetet omfattar 15 studiepoäng och utförs under hösten 2010 samt våren 2011. Beställaren är ingenjörbyrå Mathias Smeds, som är verksam i Vasa med omnejd. Beställaren hoppas, med stöd av detta arbete, kunna erbjuda energieffektiva uppvärmningssystem för kommande radhusbyggen, som företaget kommer att bygga. Leif Östman har fungerat som handledande lärare.

1.2 Målet och syftet med uppgiften

Den färdiga produkten skall vara kalkyler som beskriver vad olika uppvärmningssätt för radhus kostar att installera, deras drifts- och underhållskostnader, samt deras livslängd. Det är meningen att varje lägenhet skall ha ett skilt uppvärmningssystem, som kunden, i mån av möjlighet, själv skall få välja. Arbetet är en produktutveckling från ett tidigare radhusprojekt som företaget byggde, där värmesystemet bestod av direkt elvärme i alla lägenheter. Bakgrunden till behovet av enskilda värmesystem i varje lägenhet kommer från önskemål från kunder, som själv vill kunna påverka lägenheternas inköpspris samt driftskostnader.

Utifrån kalkylerna skall man sedan kunna välja primär, samt eventuell sekundär, värmekälla för framtida radhusbyggen. Dessutom skall det ur kalkylerna framgå investeringskostnaderna och den energimässiga nyttan av att installera olika, alternativa energikällor för den enskilda lägenheten. Radhusen, som detta koncept kommer att skapas för, kommer att placeras utanför områden med utbyggt fjärrvärmesystem. Som alternativ energikälla räknas här sådana energikällor som bygger på förnyelsebara eller i alla fall, mera ”allmänt accepterade” än fossila bränslen.

Energiberäkningar för ett koncept som baserar sig på ett tidigare bygge, uppgjort av Ingenjörbyrå Mathias Smeds, men nu enligt nuvarande byggbestämmelser, ligger till grund för kalkylerna. Dessa energiberäkningar görs med olika lösningar för de variabler som bidrar mycket till energiförbrukningen. Beräkningarna kommer i framtiden även att kunna användas, när man vill kartlägga hur mycket t.ex. en tätare mantelyta påverkar husets totala energiförbrukning.

1.3 Metodval

Arbetet bestod till stor del av en litteraturstudie. Lagtexter och föreskrifter utgör basen för energikalkylerna, då det i dessa beskrivs energikraven för byggnader. Intervjuer med fackpersoner är viktiga, då det i många fall var svårt att veta gällande byggnadspraxis och olika uppvärmningsteknikers begränsningar. En kartläggning av dagssituationen för användningen av solpaneler och vindkraftverk är aktuell, då dessa ännu inte är speciellt vanliga uppvärmningskomplement för byggnader. Problemet med kartläggningen är att Finland är mitt uppe i en förnyelse av energibestämmelserna och dessa har ändrats relativt tätt de senaste åren. Detta betyder att all tillgänglig statistik kan ge en orättvis bild av användningen av alternativa energikällor i småhus. Någon statistik över hur stor användningsgrad alternativa energikällor har i småhus byggda efter till exempel 2007, då Finlands byggbestämmelsesamling senast förnyades, kan vara svår att hitta.

Energitänkandet som sådant är inte ett speciellt nytt begrepp, däremot har skärpta krav och större miljömedvetenhet gjort att utvecklingen har gått snabbt framåt på den senaste tiden. För beräkning av det enskilda husets energiförbrukning har ett program som heter DOF-Energia använts. Detta program räknar enligt Finlands byggbestämmelsesamling, och kan därför anses vara mycket lämpligt att använda.

Finlands byggbestämmelsesamling är en av nyckelkällorna i detta arbete. Förutom Finlands byggbestämmelsesamling är även litteratur som berör olika sätt att producera energi i småhus en viktig källa. Denna litteratur omfattade allt från RIL-böcker till mera personliga reflektioner från fackligt insatta personer om olika värmesystem. Problemet med böcker som är skrivna utifrån egna erfarenheter är att de inte behöver vara helt korrekta. Därför användes dessa böcker endast för att skapa en översiktsbild av funktionsprinciperna för olika värmekällor, samt deras för- och nackdelar. Detta betyder att fastän källan är något personlig, och inte helt objektiv, påverkar det inte slutresultatet. Ett exempel på detta är Andrén & Axelsson – Halvera dina värmekostnader. Denna bok är ett resultat mellan ett samarbete mellan författarna och svenska statens energimyndighet, som har stött bokprojektet ekonomiskt. Denna bok är ett led ”i linje med den politiska viljan att ställa om vårt energisystem”. Projektet beskriver med ett antal böcker hur energianvändningen påverkar vår miljö.

Vid uppgörandet av kalkylerna används intervjuer med fackpersoner som kompletterande källor, för att kunna uppgöra så realistiska kalkyler som möjligt. Detta då teorin i litteratur, inte alltid överensstämmer med verkligheten.

I arbetet är källorna angivna efter varje stycke. Om det inte finns en källhänvisning efter ett specifikt stycke, gäller det att det är samma källa för flera stycken. I dessa fall är källan angiven efter det sista stycket som berör ämnet, och är baserat på samma källa.

I dagens värld där lägre energiförbrukning för i praktiken allt, prioriteras starkt är nyttan av att kunna beräkna energiförbrukningen för byggnader; erbjuda olika uppvärmningsalternativ; kunna basera sig på tidigare gjorda energiberäkningar och jämföra dessa med den verkliga energiförbrukningen; samt ha en fingertoppskänsla av hur mycket energi det krävs för olika områden i huset, väldigt stor.

1.4 Problematik

I takt med stigande energipriser, tryck på minskade koldioxidutsläpp samt den vanliga invånarens allt högre krav på miljömedvetet byggande och boende, kan behovet av alternativa energikällor i småhus ses som relativt stort. Det nyaste beviset på högre energisparande i byggnadssammanhang är strängare U-värdeskrav för mantelytan på nybyggnader. Dessa krav skärptes i samband med Miljöministeriets förordning om byggnaders värmeisolering den 01.01.2010. Nästa förnyelse av den energimässiga delen av Finlands byggbestämmelsesamling kommer högst sannolikt att träda i kraft 01.01.2012, men redan nu finns ett långt uttänkt utkast av detta. (Finska byggbestämmelsesamlingen utkast D3 28.09.2010)

Det finns idag inga definitiva krav för en byggnads energiförbrukning. I Finlands byggbestämmelsesamling, del D3 2010, punkt 2.1.1 nämns dock att ”En byggnad och till den fast installerade anordningar planeras och byggs så, att onödigt energiförbrukning och energiförluster begränsas för att uppnå en god energieffektivitet.”

Detta betyder att värmesystemet skall vara så energieffektivt som möjligt. Detta betyder att man inte bör använda sig av ett ineffektivt värmesystem, om det finns motsvarande energieffektivare alternativ.

I det första utkastet för D3 2012, punkt 2.1 finns en beräkning som bestämmer en nybyggnads maximala totala energiförbrukning. Detta skall sedan jämföras med hur stor energiförbrukning huset har, med beaktande av vilket värmesystem som används. Detta är en av de stora förändringarna som högst sannolikt kommer att träda i kraft 01.01.2011. Mera om detta senare i slutet av texten under rubriken ”Energibehov för Solf-Solfjädern”

Ett av de stora problemen med detta arbete är att energibestämmelserna för nybyggnader troligen kommer att ändra i början av år 2012, samt igen någon gång runt år 2020, enligt bostadsminister Jan Vapaavuori. Se även rubriken ”nya byggbestämmelser” för närmare info om detta. (Miljöministeriets hemsida, läst 25.03.2011)

Vid marknadsföringen av de nybyggda aktielägenheterna är det mycket viktigt att de mindre konventionella uppvärmningssystemen är så attraktiva och förmånliga att de faktiskt ger inbesparingar på en relativt kort tidsperiod. Enligt Mathias Smeds (personlig kommunikation 22.02.2011) är ingen kund intresserad av något annat än direkt elvärme, ifall återbetalningstiden för andra system är nämnvärt längre än tio år.

1.5 Användningen av alternativa energikällor idag

Då de framtida radhusen kommer att byggas runt om i Österbotten, är det situationen i detta område som är intressant. Mathias Smeds vill kunna erbjuda alla lägenhetsköpare uppvärmningssystem som går att komplettera med solfångare samt, om möjligt, även mindre vindkraftverk. Solfångare, som endast består av ”skivor” som placeras antingen på husets fasad eller tak, ändrar inte husets exteriör nämnvärt. Ett vindkraftverk däremot kan både producera störande ljud, störande skuggor och många tycker även att de är fula. På grund av detta är det viktigt att redan i ett tidigt skede kartlägga möjligheterna för installation av dylika system.

Sofia Bagge, granskningsingenjör från Vasa stads tekniska sektor, har fram till hösten 2010 endast varit med om ett tillståndsärende som gäller byggandet av vindkraftverk för privatbruk (personlig kommunikation, 10.09.2010). Detta betyder i sin tur att denna typ av energilösning är relativt obekant. Solpaneler däremot är mycket vanligare, men i många fall är det frågan om mindre solpaneler som installeras på taket till sommarstugor som saknar anslutning till elnätet. Se även bilaga 7, som behandlar de nya energinormerna.

Det senaste tecknet på behovet av billigare uppvärmningsmetoder kom då Finansministeriet skisserade upp en skatteomläggning som gör att det blir några tiotals euro dyrare per månad att värma upp ett småhus med direkt elvärme. Detta kan läsas i artikeln Uppvärmningskostnaderna stiger, publicerad i Hufvudstadsbladet den 28.07.2010

Ur Motivias undersökning, ”Pientalon lämmitysjärjestelmät” kan läsas att under 2008 var ca 10 % av de nybyggda småhusen uppvärmda med trä eller pellet, ca 30 % med jordvärme, ca 10 % med en frånluftsvärmepump, ca 12 % med fjärrvärme, ca 37 % med

elektricitet samt ca 1 % med olja. Dessa siffror beaktar husets primära värmekälla. Solfångare eller vindkraftverk kan inte användas som primär värmekälla. Solfångarna producerar mest värme under årets varmaste dagar då husets värmebehov är som lägst, och ett mindre vindkraftverk har inte kapacitet att producera tillräcklig energimängd för uppvärmning av ett småhus. (Motiva, 15.04.2011)

Ur bilaga 9 framgår varifrån elektriciteten i Finland härstammar, det vill säga, produktionsmetoden. I denna bilaga, hämtad från statistikcentralens internetsidor, konstateras att vindkraftens andel av Finlands energiproduktion är väldigt liten, likaså är andelen elektricitet härstammande från solpaneler försumbar.

1.6 Avgränsning av arbetet

I detta examensarbete kommer jag inte att behandla valet av värmesystem ur ett moraliskt- eller politiskt perspektiv. Jag analyserar inte heller något om de bestämmelser och lagtexter som finns är vettiga. Arbetet kommer att hållas faktabaserat så långt som möjligt. Om personliga reflektioner förekommer, kommer dessa att vara tydligt markerade. Olika konstruktionslösningar som kan ge energiinbesparingar kommer jag inte heller att gå något djupare in på. Med konstruktionslösningar menas här t.ex. minimering av köldbryggor vid planering av ytterväggar, olika anslutningstyper samt till exempel fönsterdetaljer. I energiberäkningarna kommer däremot faktorer som fönstrens totala areor, mantelytans U-värde samt andra lösningar som kan ge energiinbesparingar att jämföras.

1.7 Översikt av innehållet

Det första i detta arbete är en kortare utredning över bygglovsfrågor. Detta för att snabbt klargöra om det alls är möjligt att installera solpaneler eller vindkraftverk på ett radhus. För andra uppvärmningssystem, såsom olika värmepumpar, är den yttre påverkan betydligt mindre för omgivningen, varvid det inte är ett tillståndsproblem att installera denna typ av uppvärmningssystem.

Efter detta redovisas olika energiproduktionsmetoder. Syftet med detta kapitel är att bekanta sig med hur olika system fungerar, deras fördelar och nackdelar samt livslängd. I kostnadskalkylerna kommer fakta från detta kapitel att vara av stor vikt vid bestämning av livslängden för olika värmesystem, deras verkningsgrader samt kapacitet. För att skapa

kalkyler som är så realistiska som möjligt, används dock ändå teknisk information för specifika värmesystem, i vilka framkommer b.la. COP-värden vid olika ute temperaturer.

I och med att stora delar av Finlands byggbestämmelsesamling kommer att förnyas inom en snar framtid, gissningsvis någon gång under 2012, ingår även en utredning över vad som ändras, varför det ändras samt vad dessa ändringar leder till, ur en energiteknisk synvinkel. (Utkast till Finlands byggbestämmelsesamling D3 28.09.2010)

Nästa steg i arbetet är kalkylerna. Till att börja med presenteras en del kalkylteori, och efter detta beräknas lönsamhetskalkyler för alla relevanta värmekällor. Dessa kalkyler finns bifogade i bilaga 8.

Till slut presenteras resultatet och resultattolkning, samt en kritisk granskning av resultatet och arbetet.

2 Bygglovsfrågor för små vindkraftverk och solpaneler

Med små vindkraftverk menas i denna text vindkraftverk som än under 20 meter höga. En höjd på 20 meter är till och med enligt Smeds (personlig kommunikation, 30.08.2010) för högt för att installera på taket till radhuset. För att vindkraftverken skall vara ett alternativ bör de enligt honom vara endast maximalt ca fem meter höga. På grund av detta är de vertikala axlade vindkraftverken väldigt intressanta, om de i kalkylerna visar sig vara ekonomiskt hållbara. Ett i detta skede mycket intressant alternativ är Windsides WS-4B vindkraftverk.



Figur1. WS-4B vindkraftverk. Windside –tuulivoimaloiden tuotto (23.03.2011)

Då Solf-Solfjädern till sin utformning har en stor takyta, finns det goda möjligheter till installation av solpaneler eller solfångare, för att komplettera annat värmesystem.



Figur 2. Vakuumsolfångare på taket av ett garage. Perifelpannan Sol V1 (23.03.2011)

Eftersom bestämmelserna för byggnadslov skiljer sig från kommun till kommun, är det omöjligt att ge generella svar på huruvida man får byggnadslov för installation av solpaneler eller vindkraftverk. Det beror dessutom på om området är detaljplanerat eller inte. Varje kommun har egna bestämmelser, som hittas i kommunens byggnadsordning. Enligt markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/132 § 14 skall varje kommun ha en byggnadsordning. Innehållet i kommunens byggnadsordning beskrivs i nedanstående citat, hämtat från Markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/132 § 14.

"I byggnadsordningen meddelas sådana föreskrifter som förutsätts av de lokala förhållandena och som är nödvändiga med tanke på ett planmässigt och lämpligt byggande och för att kultur- och naturvärden skall kunna beaktas samt för att en bra livsmiljö skall kunna skapas och bevaras. Föreskrifterna i byggnadsordningen får inte vara oskäligen för markägare och andra rättsinnehavare.

Föreskrifterna i byggnadsordningen kan gälla byggplatser, byggnaders storlek och placering, anpassningen av byggnader till miljön, byggsättet, planteringar, inhägnader och andra konstruktioner, vården av den byggda miljön, ordnandet av vatten och avlopp, definieringen av ett område i behov av planering samt andra lokala byggomständigheter som kan jämföras med dessa."

Vasa stads granskningsingenjör Sofia Bagge (personlig kommunikation 10.09.2010) ser inga definitiva hinder med installation av varken solpaneler eller vindkraftverk. Vid installation av stora solpaneler som täcker hela fasaden krävs normalt åtgärdstillstånd. Detta gäller för alla åtgärder som ändrar fasadens utseende.

Detta betyder att möjligheterna för byggandet av hus med solpaneler eller vindkraftverk måste undersökas skilt för varje kommun. Normalt är formkraven strängare för stora kommuner såsom Helsingfors och Esbo än för mindre kommuner. Detta gäller både för byggnadslov, åtgärdstillstånd samt anmälningsärende.

För mindre vindkraftverk, planerade för privatbruk, finns det heller inga hinder för beviljande av byggnadslov eller åtgärdstillstånd. Är det däremot frågan om ett högre vindkraftverk är det inte lika självklart att lovet beviljas, gränsen går enligt Bagge (personlig kommunikation 10.09.2010) vid ca 30 meters höjd. Om det är frågan om byggande av vindkraftverk på detaljplanerat område bör frågan tas upp på det inledande mötet, men enligt Bagge finns det inte heller här några hinder för godkända lov. Detta för att vindkraftverkets placering inte skall störa grannarna. Enligt Markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/132 § 135 – förutsättningar för bygglov på detaljplaneområden, får en byggnad inte placeras eller byggas så att den orsakar en granne onödig olägenhet.

Vasa stad har kommit med ett utlåtande om placeringen av vindkraftverk. I detta konstateras att det inte tas ställning till placeringen av mindre vindkraftverk för privatbruk varken i markanvändnings- och bygglagen eller i Vasa stads byggnadsordning. På grund av detta faktum kommer framtida tillståndsärenden som berör mindre vindkraftverk att behandlas som undantagstillstånd. Riktlinjerna för att denna typ av installation skall beviljas bör följas. Dessa är: Ljudnivån för vindkraftverket får inte överstiga 50 dB, vindkraftverken bör placeras så att avståndet till närmaste granne, gata eller parkområde skall vara minst lika långt som vindkraftverket är högt. Dessutom får vindkraftverk med effekten 5 kW eller mera endast byggas på detaljplaneområde om detta är särskilt utmärkt. Dessutom konstateras det att i framtida byggnadsordningar eller detaljplaneområden, kommer det för energikällor som påverkar landskapet, ges klarare riktlinjer. (Bilaga 1 och bilaga 2)

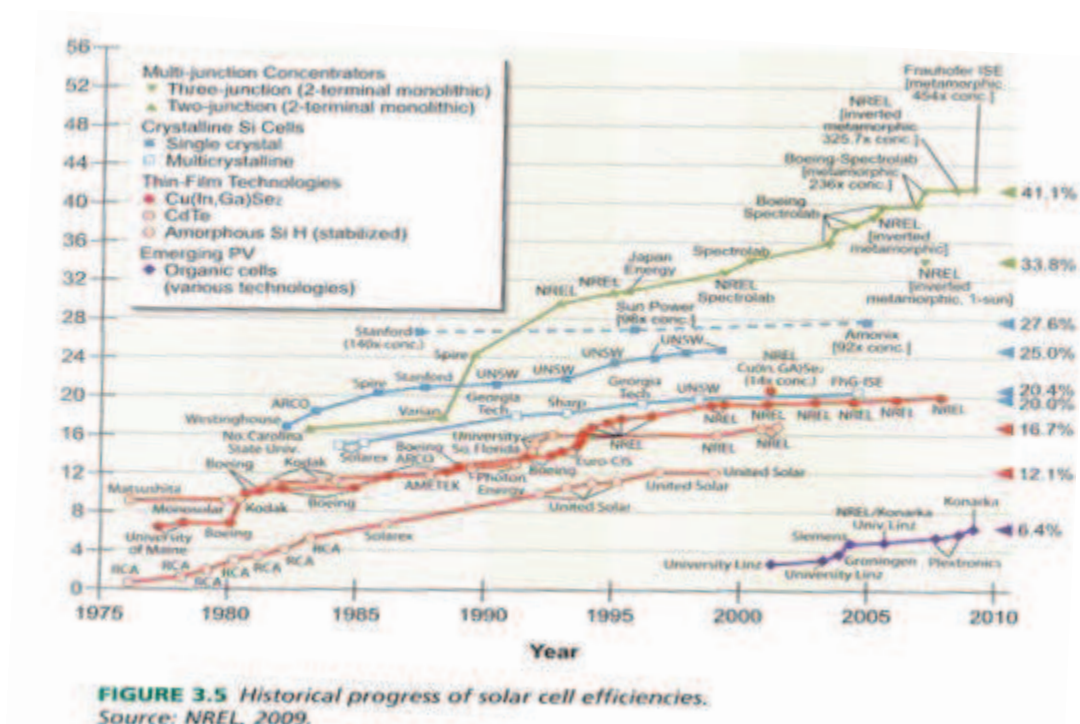
Problemet för projektering av denna typ av tillståndsärenden är enligt Bagge (personlig kommunikation 10.09.2010) att intresset för installation av solpaneler och vindkraftverk är relativt nytt. I många kommuner finns det inga liknande tillståndsärenden som man kan jämföra med. Detta gäller speciellt mindre kommuner, där det är ännu ovanligare med ansökningar om byggnadstillstånd för vindkraftverk. I regel kan det dock antas att större städer alltid har strängare krav vad gäller byggnadslov, och därmed bör det inte vara några problem att få byggnadstillstånd i mindre kommuner runt Vasa, om man har följt reglerna som gäller Vasa stad.

3 Olika energikällor som uppvärmningssystem

Syftet med detta kapitel är att utreda funktionen för olika värmesystem. Här finns presenterat allmän statistik, verkningsgrader, historia, tekniska livslängder för olika tekniker samt olika funktionsprinciper för samma teknik. Det finns t.ex. en mängd olika värmepumpar; det finns de som ”tar” värme från uteluften luft-luft värmepump; de som tar värme från ett borrarat hål i berget, bergvärmepump; samt de som tar värme från ventilationsluften, frånluftsvärmepump. Det är meningen att man snabbt skall kunna bekanta sig med den potentiella mängd energi olika tekniker kan leverera. På basis av detta kapitel kan man göra ett ställningstagande om olika energikällors användningsområde och nytta i specifika husprojekt.

3.1 Solenergi

Under 1970-talet utvecklades solvärmetekniken relativt snabbt. Dessa skedde med hjälp av några storskaliga projekt som väckte intresse hos allmänheten. Detta skedde parallellt med utvecklingen av tekniken även för småhusprojekt. Det räckte dock först till 1990-talet innan försäljningen tog fart ordentligt. I dagsläget ökar försäljningen av solvärmare med ca 35 % per år i Europa. (Andren & Axelsson, 2007)



Figur 3. Effektiviteten hos de mest effektiva solcellerna från år 1975-2009. (National Academy Of Sciences m.fl.)

(National Academy Of Sciences m.fl. 2010, s. 79)

De celler som säljs kommersiellt kan effektmässigt endast uppnå till ca 50–60 % av effekten för de bästa laboratoriecellerna. Utifrån figur 3 konstateras ändå en stadig ökning av effektiviteten, och på basis av detta kan man nästan anta en fortsatt effektivitetsökning även i framtiden.

Det finns flera olika sätt att utnyttja solenergin. För att omvandla solenergin till elektricitet behövs en solcell, även kallat fotovoltaisk cell. Då solljus träffar den fotovoltaiska cellen, absorberar cellen en del av fotonerna, och frigör samtidigt elektroner, dvs. ett elektriskt flöde. En solpanel består av två olika lager, ett ljus-absorberande lager och ett annat som kontrollerar riktningen för det elektriska flödet. Det absorberande lagret består antingen av kisel, tunna lager av oorganiska material ovanpå varandra, såsom kadmium-tellurium eller galliumarsenid. Dessutom kan det användas en mängd olika plastiska material, det vill säga plastbaserade material, olika nanostrukturer och kombinationer av dessa. (National Academy Of Sciences m.fl. 2010, s. 77–86)

Det finns även möjlighet att använda solenergin direkt i form av värme, som överförs till bruksvattnet i ett hus. En speciell form av dessa är system som värmer upp bassängvattnet,

och förlänger på så vis säsongen med några veckor både på våren och på hösten. (Andren & Axelsson 2007)

På marknaden finns idag en mängd olika standardlösningar från olika tillverkare. Detta betyder att det är förhållandevis enkelt och billigt att antingen komplettera sitt befintliga varmvattensystem med solfångare, eller att, i samband med förnyelse av varmvattenberedaren, övergå helt och hållet till ett system med solvärme. Ett typiskt varmvattensystem för småhus består av en varmvattenberedare, en cirkulationspump, solfångaren, en reglercentral, ett expansionskärl samt en solvärmeslinga. För att täcka knappt 60 % av det årliga varmvattenbehovet, för en familj, med denna typ av system, behövs ca 5 m² solfångare och en ca 300 liter stor varmvattenberedare. (Andren & Axelsson 2007)

En välfungerande solvärmeanläggning kan producera värmeenergi som motsvarar ca 500 kWh per kvadratmeter. (Andren & Axelsson 2007)

Ett solvärmesystem är som mest ekonomiskt då det är frågan om ett kombinationssystem för både värme och varmvatten. I detta system behövs en ackumulatortank, som ger möjlighet att ansluta även en annan energikälla till systemet. I denna typ av kombinationssystem, med en större varmvattenberedare och ca 10 m² plana solfångare kan man lätt producera ca 30 % av det totala värme- och varmvattenbehovet. (Andren & Axelsson 2007)

3.2 Vindkraft

3.2.1 Historia

De första bevisen på vindkraftverk härstammar från 900-talet i området runt Persien. Troligtvis har dock vindkvarnar varit i användning flera hundra år före detta. Liknande kvarnar har hittats i Kina och man tror därför att de utvecklades av kineserna. Dessa tidiga varianter av vindkraftverk användes dels för att pumpa vatten och dels för att mala säd.

För Europas del såg de första vindkraftverken dagens ljus under 1100-talet i England, Frankrike samt Holland. Under 1300-talet kom den design som vi ännu idag känner igen från kvarnar, där rotorbladen roterar lodrätt och endast övre delen av konstruktionen roterar, medan ”foten” är stilla. 1700-talet var vindkvarnarnas glansperiod, och efter denna

period blev de snabbt utkonkurrerade av de kompaktare, mångsidigare och effektivare koleldade ångmaskinerna.

Under slutet av 1800-talet fram till mitten av 1900-talet utvecklades en mängd olika vindkraftverk för elproduktion. Poul La Cour byggde i början av 1900-talet ett 4-bladigt vindkraftverk som producerade 25 kW. I slutet av 1930-talet konstruerades en 2-bladig turbin som producerade 1,25 MW, pga. ett rotorbrott 1945 skrotades ändå projektet, efter att turbinen hade fått producera elektricitet en kort tid. Under andra världskriget, då tillgången på olja var begränsad, uppstod ett uppsving för vindkraftverken. Detta förstärktes ytterligare av oljekrisen på 1970-talet. Efter detta har det ändå varit en stadig nedgång för vindkraftverken som någon global energilösning en trend som på senare år i samband med effektivare anläggningar har vänt. Speciellt i Danmark har vindkraftverk en stor roll. 20 % av Danmarks elektricitet produceras i dagsläget av vindkraftverk. (Wizelius 2002, s. 21-39)

3.2.2 Ett modernt vindkraftverk

I praktiken finns det idag två typer av vindkraftverk. Dessa är de horisontalaxlade, även kallade Hawt-Horisontal Axis Wind Turbine samt de vertikalaxlade, även kallade Vamt-Vertical Axis Wind Turbine. För de vanligare Hawt vindkraftverken är bladen aerofoliskt, vingformade, vilka skapar en lyftkraft som i sin tur driver turbinerna. Alla dessa kraftverk har principiellt sätt samma komponenter, oberoende av storleken. Dessa är själva fundamentet som tornet står på, tornet, ett sorts motorrum, vilket innehåller generatorm, lagren för turbinerna samt den eventuella växellådan. Själva rotorbladen är sedan kopplade till skftet för dessa komponenter. (Wizelius 2002, sid 21-39)

I den andra typen av vindkraftverk, Vamt, har rotorbladen en helt annan form än hos de vertikalaxlade. De horisontalaxlade rotorbladen är mera skivformade. Denna typ är däremot mycket enklare till sin konstruktion, och då generatorm och växellådan finns på markplanet är underhåll även mycket enklare att utföra. Detta sker dock till kostnad för effektivitet.

För de horisontalaxlade vindkraftverken finns en teoretisk maximum effektivitet på 59 %, känt som Betz gräns, av den totala energin vinden innehåller. Detta beror på att en del av den kinetiska energin vinden innehåller pressas neråt för att bibehålla ett tillräckligt vindtryck.

Mindre vindkraftverk är optimerade för vindhastigheter mellan 8–10 m/s, då denna hastighet förekommer flest antal timmar per år. Vid dessa vindhastigheter erhålls en effektkoefficient på knappt 0,50. Den totala verkningsgraden är dock en aning lägre än denna, då varken generatoren eller växellådan fungerar med 100 % verkningsgrad. Av den totala effekt som teoretiskt finns i vinden kan ca 45 % omvandlas till elektricitet. Denna siffra varierar lite beroende på hur stort vindkraftverket är och för vilka vindhastigheter kraftverket fungerar optimalt.

Till skillnad från icke– förnybara energikällor, såsom kärnkraftverk, kolkraftverk eller kraftverk som drivs med biobränsle, kostar bränslet för vindkraftverken ingenting. Därför kan man inte riktigt jämföra verkningsgraden mellan kraftverk som drivs med förnybara energikällor och kraftverk som drivs med fossila bränslen.

För att kunna jämföra effektiviteten hos olika vindkraftverk finns en del så kallade nyckeltal.

1. Elproduktion per installerad effekt, anges i kWh/kW.

2. Elproduktion per svept ytenhet, anges i kWh/m².

För båda dessa används årsmedelvärden. Dessa ger dock inte speciellt bra värden, då båda värden kan manipuleras om man dimensionerar förhållandet mellan rotorarea och generatorfel, vilket gör att resultatet ser bra ut på pappret, men verket fungerar inte som det ska.

Det viktigaste skälet till att investera i olika energikällor är ekonomin. Detta gäller även för vindkraftverk. Således är den siffra man bör se på vid val av olika vindkraftverk €/kWh. Detta är en siffra som beaktar hur mycket ett specifikt vindkraftverk producerar i jämförelse med vad det kostar.

En annan viktig faktor vid val av vindkraftverk är den så kallade tekniska tillgängligheten, som är ett mått på hur stor del av årets timmar vindkraftverket har fungerat. För dagens moderna kraftverk är denna siffra ca 98–99 %, vilket tyder på mycket högkvalitativa material och lösningar.

Ett nytt, serietillverkat vindkraftverk har idag en teknisk livslängd på ca 25 år, varefter verket kan monteras ner och de flesta komponenter återanvändas.

För att effektivt kunna dimensionera och planera ett vindkraftverk för en given plats är det viktigt att man känner till vindens så kallade frekvensfördelning, dvs., hur många timmar per år olika vindhastigheter förekommer. Den totala årsproduktionen ett specifikt vindkraftverk producerar fås sedan då man multiplicerar frekvensfördelningen med vindkraftverkets effektkurva. Som regel gäller naturligtvis att ju mera det blåser desto större effekt får man ur ett vindkraftverk. I praktiken är det dock inte bara medelhastigheten på vinden som avgör, utan även frekvensfördelningen. Dessutom beror effekten till stora delar på hur högt vindkraftverket är. För platser med låga vindhastigheter kan det däremot vara skäl att välja ett verk med större rotor och lägre märkvind, så att verket ger ifrån sig full effekt redan vid lägre vindhastigheter. Märkvind är den vindhastighet för vilket vindkraftverkets generator arbetar med full effekt. (Wizelius 2002, s. 21-39)

3.3 Värmepumpar

Gemensamt för alla värmepumpar är att de utnyttjar värmeenergin som finns i det omgivande landskapet runt eller under huset. Som mest kan upp till 75 % av husets energibehov täckas med värmepumpar. I dagsläget finns det ca 150 000 installerade värmepumpar i Finland, dessutom installeras det ca 5000 nya varje år. (Lappalainen 2010, s. 94)

Nedan beskrivs funktionsprincipen för en värmepump som erhåller sin värmeenergi från antingen berg, vatten eller mark. Denna typ av värmepump producerar vatten med en temperatur på mellan +35 °C och +55 °C.

En pump pumpar köldbäraren mellan borrhålet och förångaren. Slangen som går mellan borrhålet och förångaren kallas kollektorslang. I kollektorslangen är den cirkulerande vätskan, dvs. köldbäraren eller kollektorvätskan, ca fyra grader varm och består av vatten samt frysskydd, t.ex. etanol.

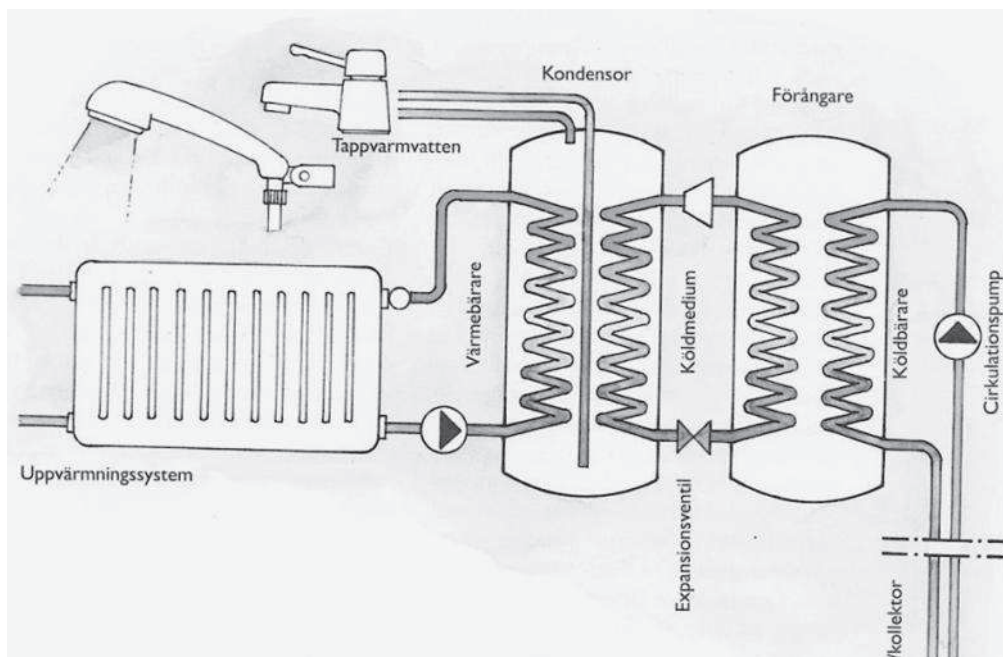
Inne i förångaren växlar den värme som finns lagrad i köldbäraren mellan ånga och en vätska med låg kokpunkt, dvs. en vätska utsatt för högt tryck. Då vätskan går genom en expansionsventil sänks både vätskans temperatur och tryck, och vätskan övergår nu till gas. För att förångning skall ske krävs det energi. I detta fall är det frågan om värmeenergi, som fås från köldbäraren. I detta skede sänks temperaturen på köldbäraren, eftersom den avger

energi till köldmediet. Köldbäraren cirkulerar nu tillbaka till, i detta fall, bergvärmehålet, där den värms upp igen.

När köldmediet nu cirkulerar in till en kondensor höjs trycket på gasen och gasen övergår till vätskeform. Den värme som finns lagrad i kondensorns köldmedium avges nu till kondensorns värmebärare. Kondensorns värmebärare kan nu användas till antingen vattenburna värmesystem, eller direkt till tappvatten.

Kort och gott betyder detta att vatten med en temperatur på ca 4 °C går genom värmeväxlaren och det erhålles vatten med en temperatur på ca 50 °C.

En modern värmepump har en årsvärmefaktor på någonstans mellan 3 och 3,5.



Figur 4. Funktionsprincipen för en värmepump (Mårtensson 2007)

(Mårtensson 2007, s. 17)

3.3.1 Värmekällor för värmepumpar

Gemensamt för alla värmepumpar är att vätskan som cirkulerar i kollektorslangen samlar värmeenergi från värmekällan, och avger denna värmeenergi i förångaren, som behövs för

att köldmediet skall övergå till gasform. Detta gäller naturligtvis enbart för sådana värmepumpar i vilka vatten cirkulerar och värms upp.

Bergborrning utnyttjar både solenergin som ytlagret av berget har lagrat, samt den svaga geotermiska värme som härstammar från kärnsönderfall på större djup. Ett typiskt bergvärmehål är mellan 60 och 200 meter djupt. I de första 50 metrarna av borrhålet utnyttjas direkt solstrålning och det grundvatten som sipprar ner i borrhålet. Under detta börjar den geotermiska värmen utnyttjas. Borrhålets aktiva djup, är det djup från vilket borrhålet är fyllt med grundvatten. För att värmeenergiväxlingen mellan borrhålet och kollektorslangen skall fungera bra, är det viktigt att borrhålet är fyllt med vatten.

Energieffektiviteten i ett bergvärmehål beror på en mängd faktorer. Den viktigaste är naturligtvis djupet på borrhålet, men då det kostar mera att borra ett djupare hål än det kostar att borra ett grundare hål, finns det även en gräns för borrhålets djup. Dessutom är det ingen idé med att borra ett hål som producerar mycket mera energi än vad huset behöver. Grundvattennivån avgör även hur mycket energi som kan tas ur hålet, ju mera vatten desto bättre. Dessutom varierar effektiviteten med bergtypen. En tätare bergart, såsom granit eller gnejs, har bättre värmeledningsförmåga, och avger på så vis lättare värme till kollektorslangen.

Förutom de ovan nämnda faktorerna påverkar placeringen av borrhålet mycket. Berggrunden är nämligen mycket varmare i södra delarna av landet än den är i norr.

Ett typiskt borrhål ger, då temperaturen har stabiliserats, ut ca 20–40 W/m, beroende på placeringen av hålet. det vill säga, finns hålet i de norra eller de södra delarna av landet.

Kostnaderna för borrning av denna typ av hål är svåra att uppskatta. En stor del av kostnaden kan i svåra fall bestå av det skyddande lager, bestående av stålrör, som behövs för att skydda hålet genom jordlagret som finns ovanför bergsnivån. Dessa stålrör skall även köras en bit ner i berget. (Mårtensson Hans 2007, s. 25-27)

Jordvärme baserar sig på exakt samma princip som bergvärmen, förutom att denna värme helt och hållet härstammar från direkt solinstrålning och från värmeenergin i regnvattnet, och inte från geotermisk värme.

I stället för att kollektorslangen går rakt ner i ett berg, går den med detta system i ett nätverk på tomten, på någon meters djup, beroende på djupet för kalfri mark. För ett normalstort hus behövs det ca 200–500 meter kollektorslang, och ca 300–600 m² markyta.

Kollektorslangen får inte läggas tätare än 1,0–1,5 meter, då det annars finns risk för att marken kyls ned. Förutom en stor tomt, bör jorden även vara fri från stora stenar, träd, buskar och dessutom lättgrävd. Tyvärr kan värmeenergin som fås från detta system minska lite under den kallare tiden av året, då kollektorslangen ”drar” åt sig en del av den energin som finns lagrad i marken, och som följd av detta kyls den omgivande marken en aning. Denna kylning kan påverka förutsättningarna för odling.

Bäst effekt för denna typ av system uppnås då jorden runt slangen är fuktig, och har goda termodynamiska egenskaper. Jorden borde med andra ord vara både fuktig och relativt tät.

Installationskostnaderna för ett yjordvärmesystem är något lägre än ett motsvarande bergvärmesystem. Energieffektivmässigt är ett jordvärmesystem ungefär lika effektivt som ett bergvärmesystem. Ett jordvärmesystem passar utmärkt för stora, energikrävande hus med stora grästomter runtomkring. (Lappalainen 2010 & Mårtensson 2007)

Ett **sjövärmesystem** liknar på många sätt ett jordvärmesystem. I detta fall läggs kollektorslangen på botten av en sjö, på isfritt djup. Denna kollektorslang samlar värmeenergi från såväl det omgivande bottensedimentet som från vattnet. Förgreningen mellan huset och sjön görs sedan på tjälfritt djup, om avståndet är långt, så att kollektorslangen kan absorbera värmen från jorden. Är avståndet kort, isoleras helt enkelt bara kollektorslangen. (Lappalainen 2010)

3.3.2 Luft-luft värmepumpar

Förutom värmepumpar som fungerar med en kollektorslang som tillför anläggningen värme från någon värmekälla, finns det värmepumpar som tar värme direkt från den omgivande luften.

Denna typ av värmepumpar är till sin konstruktion både enklast och billigast. En luftvärmepump består normalt sett av både en inomhusenhet och en utomhusenhet. Utomhusenheten innehåller kompressorn, förångaren och en fläkt. Inomhusenheten innehåller kondensorn och en fläkt. Dessa två enheter är sammankopplade med ett slutet slangsystem.

Fläkten på utsidan som blåser luft genom förångaren, i vilken köldmediet värms upp och överförs till inomhusdelen/inomhusdelarena. Det nu varma köldmediet kyls sedan ner av kondensorn och nu avger inomhusdelens fläkt värme till huset.

Den enhet som befinner sig utomhus, drabbas lätt av frost vid lägre temperaturer än +5 °C. Avfrostningen av denna sker automatiskt för att kapaciteten inte skall sjunka. Verkningsgraden för denna typ av värmepumpar är väldigt låg vid rumstemperaturer under -15 °C, dock ändå ca 1,7 COP, varvid huset bör vara utrustat med ett annat värmesystem som på egen hand har tillräcklig kapacitet för att kunna hålla huset varmt vid riktigt låga temperaturer. På årsnivå har en luft-luft värmepump ett COP-värde på ca 2,0–2,5.

Luft-luft värmepumpar kan även fungera som en avkylningsanläggning. Tyvärr är energiförbrukningen väldigt hög då pumpen används som kylanläggning, vilket betyder att inbesparingen i energikostnader snabbt minskar om man använder anläggningen till kylning under sommaren.

Placeringen av de båda enheterna bör planeras noggrant för att uppnå dels maximal effekt och dels minimalt besvär för de boende i huset. Utomhusenheten som har en del ljud, bör inte placeras under t.ex. ett sovrumsfönster. Dessutom bör det vara relativt öppet runt den, för att garantera tillräckligt luftflöde. Utomhusenheten bör dessutom vara relativt väderskyddad, t.ex. med ett litet tak. Enheten får inte byggas in i en tät låda, då detta förhindrar tillräckligt luftflöde till fläkten.

Inomhusenheten skall placeras någonstans där invånarna inte blir störda av det ljud som fläkten för. Dessutom bör den vara placerad så att den kan blåsa luft till så stora områden som möjligt, varvid denna typ av värmepump passar bäst i ett hus med öppen planlösning. Den bör även placeras relativt högt upp på väggen, för att bättre kunna sprida värme.

Denna typ av värmepumpar har oftast även funktioner för avfuktning och rengöring av inomhusluften. Inomhusenheten innehåller en del filter som skall rengöras regelbundet för att motverka effektförluster och bibehålla värmepumpens effektivitet och livslängd.

Nackdelen med en luft-luft värmepump är att den inte ger några inbesparingar för varmvattendelen av elräkningen. Dessutom kommer inte hela huset att kunna nås med en inomhusenhet, ifall huset inte har en väldigt öppen planlösning och alla dörrar hålls öppna.

Investeringskostnaderna för en luft-luft värmepump är relativt låga. De passar bäst som kompletterande värmesystem till ett hus med direkt eluppvärmning. Det är dock viktigt att luftvärmepumpen är anpassad för det kalla klimat som råder i Finland. Återbetalningstiden för denna typ av värmepump är ca två till fyra år.

En typisk energiinbesparing ligger på ca 25 %, men inbesparingar på ca 50 % är även möjliga med rätt förutsättningar, gäller för uppvärmningsenergin. (Lappalainen 2010, s. 94–96 & Motiva)

3.3.3 Luft-vatten värmepump

En luft-vatten värmepump är mycket enklare och billigare att installera än ett bergvärmesystem. En luft-vatten värmepump räknas som ett komplement till ett befintligt vattenburet värmesystem. En luft-vatten värmepump fungerar som alla andra värmepumpar. Den tar värme från uteluften och överför denna värme till ett vattenburet golvvärmesystem och för uppvärmning av bruksvattnet. (Lappalainen Markku 2010, s. 94–96 & Motiva)

3.3.4 Frånluftsvärmepump

En frånluftsvärmepump tar sin värme från den värmeenergi som maskinellt skall ventileras bort från huset. En frånluftsvärmepump är det enda sättet som man kan ta tillvara värmeenergin i den luft som ventileras bort, ifall huset inte har maskinell tilluftsanläggning.

En frånluftsvärmepump kräver konstant luftflöde, vilket betyder att man inte kan dra ner ventilationseffekten under t.ex. en resa.

En frånluftsvärmepump kan fungera på olika sätt. Den kan användas för att värme enbart bruksvattnet, varvid effekten är relativt liten och frånluften endast kyls marginellt.

Den kan användas för att värma både bruksvattnet och värmesystemets vatten, dessutom kan den användas för att värma tilluften. Ett sista alternativ är att värmepumpen värmer både tilluften och bruksvattnet. (Lappalainen 2010, s. 96)

3.4 Sammanfattning av de olika energikällorna

Målet med detta arbete är att välja värmesystem för de enskilda lägenheterna i ett radhus. Radhusen kommer att vara placerade uppe på land, långt ifrån någon sjö, vilket betyder att ett sjövärmesystem inte kommer att vara aktuellt. Då det är frågan om nybyggda lägenheter med en area på ca 100 m² och med stränga U-värdeskrav på mantelytan, betyder det att energibehovet för uppvärmningen och bruksvattnet är relativt lågt. Jordvärme- och bergvärmesystem är relativt dyra att installera; då energibehovet för dessa lägenheter är

relativt lågt; det skulle varken vara vettigt eller ekonomisk att borra ett hål för varje lägenhet och vid gemensam användning skulle varje lägenhet inte längre ha ett eget uppvärmningssystem. Därför beaktas inte heller dessa metoder.

Solfångare är ett intressant komplement till både varmvattenproducering samt till det vattenburna golvvärmesystemet. Vindkraftverken är för många ett attraktivt alternativ. På basis av det görs det även ekonomiska kalkyler för två vindkraftverk. Många drömmer om ”gratis” energi från vinden. En luft-luft värmepump är ett intressant komplement till direkt elvärme, varvid denna kommer att undersökas närmare. Detsamma gäller för en luft-vatten värmepump som i teorin kan producera hela husets energibehov för uppvärmning av rummet och bruksvattnet. Dessa dimensioneras dock så att de endast skall klara av ca 85 % av max förbrukningen, då de annars skulle bli så dyra att installera, samt då deras livslängd skulle förkortas betydligt eftersom de skulle starta och stanna mycket oftare än en mindre. Detta enligt Mats Borg, (personlig kommunikation 10.03.2011) lektor i fysik vid Yrkeshögskolan Novia. En frånluftsvärmepump kan fungera antingen som komplement till primär värmekälla, eller i sig, som en primär värmekälla, beroende på dimensionen av den. Fungerar den som komplement till annan befintlig värmekälla, kan den motsvara en luft-luft värmepump. I beräkningarna används en frånluftsvärmepump som ensam kan producera all behövlig energi för uppvärmning av rummet och bruksvattnet.

4 Nya byggbestämmelser

Bakgrunden till en åtstramning av energibestämmelserna härstammar från Europeiska Unionens klimat- och energipolitiska mål om att minska dels mängden utsläpp och dels energiförbrukningen.

Det är meningen att framtidens hus skall förbruka betydligt mindre energi än dagens nybyggnader, och på så vis skall även koldioxidutsläppen från boendet minska. En positiv effekt av detta är att uppvärmningskostnaderna för byggnader minskar, nackdelen är att byggkostnaderna stiger. Detta kan läsas i bilaga 7, en artikel i Hufvudstadsbladet som behandlar de nya viktningarna av värmesystem som kommer att beaktas i de nya normerna. Målet är att energiförbrukningen för nybyggnader skall minska med motsvarande ca 20 % i jämförelse med tidigare byggbestämmelsesamling.

Bilaga 11 består av ett citat, hämtat från miljöministeriets hemsida, som behandlar det utkast till nya de nya byggbestämmelserna som troligtvis kommer att träda i kraft i början

av år 2012. Bostadsminister Jan Vapaavuori berättar att förnyelsen av energibestämmelserna stöder en utveckling av hela byggnadsbranschen och skapar förutsättningar för kvalitativa förbättringar i branschen. Energieffektiviteten för nybyggnader har aldrig förbättrats så aktivt som under de senaste åren. Den förra skärpningen av energieffektiviteten för byggnader minskade energiförbrukningen med ca 30 %, och den kommande skall förbättra energieffektiviteten ytterligare. För nybyggnader gäller att minst 25 % av husets energibehov skall härstamma från förnyelsebara energikällor. Vapaavuori berättar även att det nya kravet på en helhetsundersökning av husens energiförbrukning möjliggör energiförbättringar samtidigt som kostnaderna kan hållas nere. Angående den pågående diskussionen om att de nya kraven på energieffektivitet skall öka mögel- och fuktproblemen, svarar Vapaavuori att det kommer att ställas högre krav på planeringen- och förverkligandet, vilket i sin tur även höjer kvaliteten. Han menar att med rätt planering, rätt byggnadssätt samt tillräckligt underhåll till och med skall förhindra fukt- och mögelproblem. I framtiden är EU:s mål att år 2020 skall nya hus nästan vara så kallade noll energi-hus, det vill säga, hus som inte kräver någon energitillförsel utifrån. (Miljöministeriets hemsida, 25.03.2011)

Som förnyelsebara energikällor räknas inte elektricitet som produceras med förnyelsebara energikällor, och som tas direkt från elnätet. Hit räknas inte heller den värmeenergi som kommer som instrålning genom fönstren.

Värmeenergi från värmepumpar, geotermiska eller hydrotermiska anläggningar beaktas som förnyelsebara energikällor, förutsatt att värmepumpens värmefaktor på årsnivå är minst 2, det vill säga, att pumpens COP-värde är minst 2.

Alla delar av Finlands byggbestämmelsesamling kommer inte att förändras. De delar som kommer att förnyas från och med 2012 och berör energieffektivitet är:

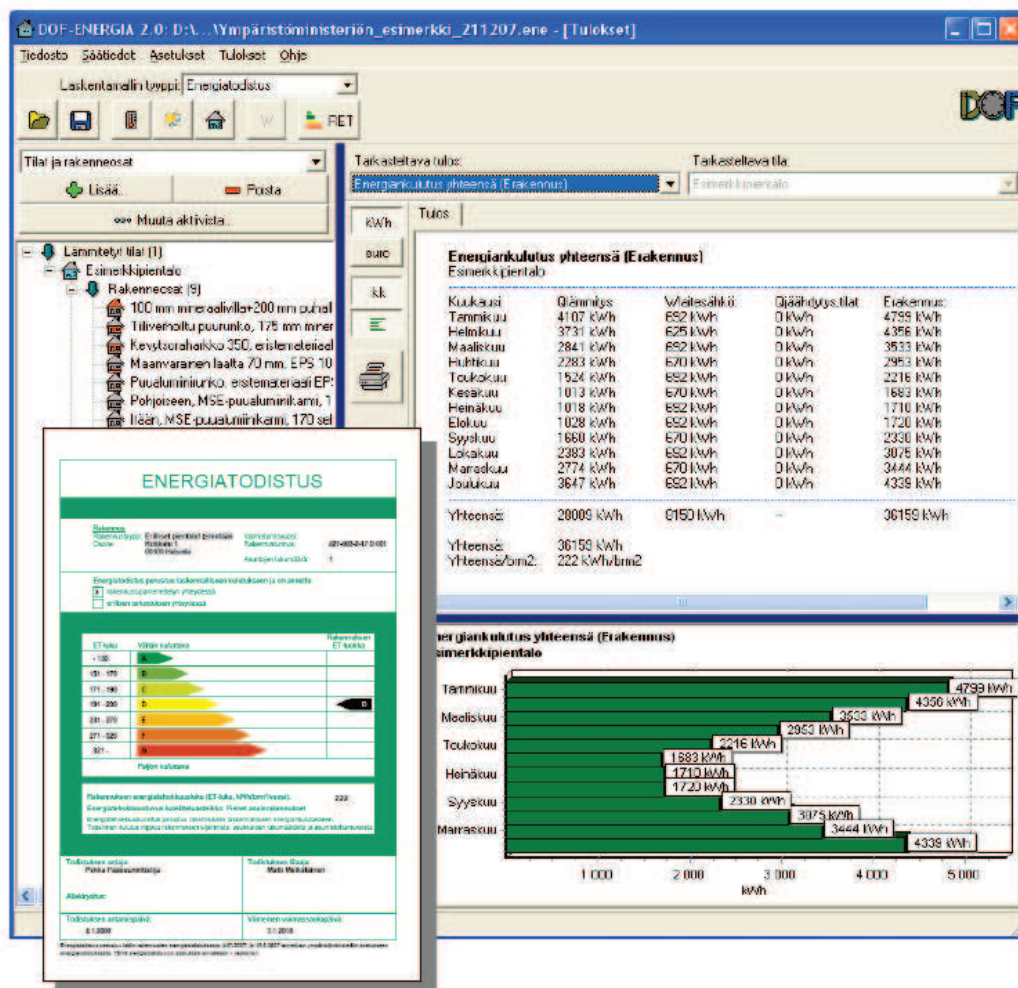
- C4 värmeisolering
- D2 byggnadens inomhusklimat och ventilation
- D3 byggnadens energieffektivitet
- D5 beräkning av byggnadens energiförbrukning och värmebehov

(Miljöministeriets hemsida 20.10.2010)

5 Energibehov för Solf-Solfjädern

En stor del av detta arbete var att utreda förutsättningarna för installation av olika värmesystem. För att göra detta bör energibehovet för ett kommande radhusbygge utredas. Energibehovet för ett radhus består av uppvärmningsenergi, energibehov för uppvärmning av bruksvattnet samt energibehovet för husets alla elapparater. På basis av dessa uppgifter kan man sedan dimensionera olika värmesystem, samt kalkylera hur stor del av husets energibehov som kan härstamma från olika värmesystem och andra energikällor. Efter att energibehovet är känt kan man sedan göra lönsamhetskalkyler för olika energikällor.

DOF-ENERGIA 2.0



Rakennusten energiaselvitykset ja -todistukset

Figur 5. Översiktsbild över programmet DOF-Energia

Vid energiutredningen för Solf-Solfjädern kommer husets beräknade area och volym att utgå från arean och volymen för det redan byggda Karperö-Solfjädern. Solf-Solfjädern kommer troligtvis att bestå av sex lägenheter, till skillnad från fyra som Solf-Solfjädern hade. Arean och volymen för Solf-Solfjädern kommer att beräknas enligt arean för Karperö-Solfjädern med två av de mittersta lägenhetstyperna till. Ritningar för Karperö-Solfjädern finns bifogade i bilaga 3. Dessutom kommer Solf-Solfjädern att byggas enligt gällande byggbestämmelsesamling.

För att utreda energiförbrukningen för Solf-Solfjädern kommer programmet DOF-Energia att användas. Med hjälp av detta program kan man beräkna hur mycket olika konstruktionslösningar påverkar byggnadens energiförbrukning, samt även skapa energicertifikat. Ett radhus med låg energiförbrukning och mindre traditionella uppvärmningssystem är målet. Solf -Solfjädern kommer att byggas i den österbottniska byn Solf. Detta är dock tänkt som ett koncept, och därför är det mycket sannolikt att det i framtiden blir aktuellt med samma koncept som Solf-Solfjädern, på en annan placering, om det visar sig att det är ekonomiskt hållbart. Det intressantaste alternativet i detta skede är att ta reda på hur stor del av husets energiförbrukning som kan härstamma från vindkraft samt från olika kombinationer av solfångaren, pellets pannor och värmepumpar.

Det så kallade E-talet kommer även att utredas. Detta tal beror på hurdana uppvärmningssystem huset i fråga har, och från och med 2012 kommer det att finnas noggranna bestämmelser över maximala förbrukningen, med olika viktningar beroende på värmesystem.

Programmet DOF-Energia har utgått från bestämmelserna i Finlands byggbestämmelsesamling. På basis av detta kan det antas korrekt att hänvisa till manualen för DOF-Energia. Trots detta har ändå i stort sett alla variabler en hänvisning till Finlands byggbestämmelsesamling.

I bilaga 10 har storleken på de olika variablerna som DOF-Energia använder sig av för beräkning av energiåtgången utretts. Primärt används de finska termerna, med de svenska översättningarna inom parentes. Dessa översättningar är hämtade från Finlands byggbestämmelsesamling.

Primärt har de nyaste byggbestämmelsesamlingarna använts. Detta betyder C3 2010 för mantelytans U-värdes krav. C3 hör inte till de delar som kommer att förnyas från och med 2012. Dessutom har det första utkastet för nya bestämmelser för D3 och D5 använts. Det

kan anses relativt säkert att utkastet till stora delar blir lagstadgade till 2012. Syftet med denna utredning är att reda ut hur stort energibehov Solf-Solfjädern har. Eftersom en byggnads energibehov är detsamma oberoende ”vilka normer som används”, är det endast beräkningsgången som ändrar lite. Det är dock viktigt att poängtera att resultaten av dessa beräkningar endast kan ses som jämförande värden, och inte några absoluta sanningar. Flera olika alternativa energilösningar har undersökts. Till att börja med undersöktes det alternativ som bäst kan motsvara Karperö-Solfjädern. Detta betyder lika stora fönster, svängt på samma led och mantelytor enligt kraven i C3. Efter det har de olika variablerna ändrats steg för steg, för att på så vis reda ut vad som påverkar energiförbrukningen mest. Det har utretts ut hur mycket det skulle påverka om Solf-Solfjädern skulle ha något färre fönster, något tätare mantelyta, något lägre n50 tal och svängt med stora fönster mot söder, samt andra variabler som påverkar energiförbrukningen.

I bilaga 10 är alla variabler som påverkar beräkningarna som programmet DOF-Energia utför. I dessa finns hänvisningar till gällande, samt i några fall, kommande byggbestämmelsesamling. I bilagan är variablerna presenterade i den ordning som det kan vara logiskt att fylla i dem.

5.1 Resultatet av ”Energibehov för Solf-Solfjädern”

Till följande presenteras energibehovet för Solf-Solfjädern. Då det finns väldigt många variabler som påverkar energibehovet, därför har endast de variabler som i sig påverkar energibehovet relativt mycket utretts. Efter varje resultat följer en kort beskrivning över vilka krav som är uppfyllda, hur huset är svängt samt annan relevant information. För noggrannare beskrivningar, se bilaga 10.

➤ ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, enligt 2010”

160 kWh/bruttoarea/år. Detta gäller för minimikraven på mantelytan enligt C3 2010 och 2012. Byggnaden är svängd på samma led som Karperö-Solfjädern, vilket betyder att fasaden med stora fönster är svängd mot norr, vilket bara i sig påverkar energiförbrukningen en del. Denna beräkning är gjord så att Solf-Solfjäders fasad ser likadan ut som fasaden på Karperö-Solfjädern. Detta är ett av de troligaste sätten som Solf-Solfjädern kommer att byggas enligt, med undantag för hur huset är svängt, då detta till stora delar beror på tomtens utformning.

➤ ”Svängd med stora fönster mot söder”

158 kWh/bruttoarea/år. Denna beräkning är precis densamma som föregående, med undantaget att huset är svängt mot mera gynnsamma solinstrålningsförhållanden. Detta är det andra möjliga alternativet för hur Solf-Solfjädern kommer att byggas.

➤ ”Svängd med stora fönster mot söder, samt tätare fönster”

156 kWh/bruttoarea/år. I denna beräkning är det endast fönstrens U-värde som har ändrats, i jämförelse med föregående beräkning. I denna beräkning är huset fortfarande svängt mot mera gynnsamma solinstrålningsförhållanden, men fönstrens U-värde är 0,85 W/m²K, i stället för minimikravet i Finlands byggbestämmelsesamling som är 1,0 W/m²K.

➤ ”Svängd med stora fönster mot söder, samt tätare och färre fönster”

151 kWh/bruttoarea/år. I denna beräkning har de tätare fönstren bibehållits, samt tidigare ändringar som har påverkat energiförbrukningen positivt. Förutom detta har fönstrens totala area förminskats. Detta för att utreda hur mycket energi man kan spara bara på att dra ner fönsterarean något.

➤ ”Svängd, ursprungliga fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel”

145 kWh/bruttoarea/år. I denna beräkning har de ursprungliga totalareorna för husets alla fönster och dörrar bibehållits, men nu med U-värdet 0,85 W/m²K för fönstren och 0,6 W/m²K för fönstren. Dessa U-värden är de rekommenderade

tekniska rekommendationerna för lågenergihus. Dessutom har här undersökts hur mycket husets täthet, det vill säga, husets n50– tal, påverkar energiförbrukningen. I denna beräkning används n50-talet 1,0 l/h. Mantelns U-värden följer de tekniska riktlinjerna för ett lågenergihus enligt RIL 249-2009.

- ”Svängd, färre och mindre fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel”

142 kWh/bruttoarea/år. Skillnaden från föregående beräkning är endast att nu har fönstrens area begränsats till 13 % av bostadsytan, istället för 18 % i det ursprungliga huset, och 15 % vid ”svängd med stora fönster mot söder, samt tätare och färre fönster”.

Vid enbart tilläggsisolering av utvalda delar av mantelytan erhålles följande energiförbrukningar.

- ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, tilläggsisolerad”.

153 kWh/bruttoarea/år. Använder strängare U-värden för alla delar av mantelytan utom för fönstren och dörrarna. Till alla andra delar är beräkningarna desamma som för ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, enligt 2010”.

Kraven i C3 är: Övre bjälklaget 0,09 W/m²K, använder här 0,07 W/m²K

Väggarna 0,17 W/m²K, använder här 0,13 W/m²K

Bottenbjälklaget 0,16 W/m²K, använder här 0,12 W/m²K

- ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, taket tilläggsisolerat”

158 kWh/bruttoarea/år. Samma som föregående, men endast taket är tilläggsisolerat. Takets U-värde är här 0,07 W/ m²K istället för 0,09 W/ m²K. De andra delarna av mantelytan följer minimikravet i Finlands byggbestämmelsesamling.

- ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, väggen tilläggsisolerad”

158 kWh/bruttoarea/år. Samma som ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, tilläggsisolerad” men väggen är tilläggsisolerat så att U-värdet är 0,13 W/ m²K istället för 0,17 W/ m²K.

- ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, bottenbjälklaget tilläggsisolerat”

158 kWh/bruttoarea/år. Samma som ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, tilläggsisolerad” men bottenbjälklaget U-värde är här 0,12 W/ m²K istället för 0,16 W/ m²K.

I de kommande beräkningarna kommer alternativet ”Ursprunglig Solf-Solfjädern, enligt 2010” att användas. Detta är miniminivån för mantelytor samt andra faktorer som påverkar energiförbrukningen. Solf-Solfjädern kommer troligtvis att byggas med färre fönster samt eventuellt svängt mot gynnsammare förhållanden, vilket bidrar till en lägre energiförbrukning. Då det första alternativet används, betyder det att värdena som fås för förbrukad energi med olika värmesystem kan ses som något i överkant.

Enligt det första utkastet till D3 för 2012, får inte energiförbrukningen överstiga det så kallade E-värdet för nybyggnader. E-talet beräknas enligt följande formel för radhus som är större än 150 m²: Då Solf-Solfjädern troligtvis kommer att bestå av fem eller sex lägenheter, och lägenhetsytan då är större än 150 m², kan denna formel användas.

$$170 - 0,07 * A_{\text{netto}} \text{ kWh} / (\text{m}^2 \text{ a})$$

Detta leder till att energiförbrukningen för Solf-Solfjädern inte får överstiga $170 - 0,07 * 600 = 128 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \text{ a})$.

E-talet beräknas utifrån den köpta nettoenergin, med olika viktningar för olika energikällor. Dessa koefficienter är:

Elektricitet: 2,0

Fjärrvärme: 0,7

Fjärrkylning: 0,4

Fossila bränslen: 1,0

I byggnaden använda förnyelsebara bränslen: 0,5

Se även bilaga 7, som är en artikel publicerad i Hufvudstadsbladet och berör de nya energinormerna.

Under rubriken resultat i slutet av arbetet, är det utrett vilka alternativ för lägenheternas uppvärmning som är tillåten enligt utkastet till Finlands byggbestämmelsesamling.

Miljöministeriet har den 30 mars 2011 utfärdat nya byggbestämmelser vars syfte är att öka energieffektiviteten. En stor skillnad från det första utkastet till D3 från 28.09.2010 är att

koefficienten för elektricitet i D3 kommer att vara 1,7 och inte 2,0. Detta kan läsas på miljöministeriets hemsida under rubriken "Nya energiföreskrifter för byggande"

I den förnyade versionen av D3 har dessutom maxförbrukningen, det vill säga, det maximala E-talet för radhusbyggnader ändrats. I det första utkastet räknades ett radhus som småhus, och det maximala tillåtna E-talet räknas enligt formeln ovanför. I den uppdaterade versionen, från 30.03.2011 är den maximala förbrukningen angett speciellt för radhus. Denna uppgår i dagsläget till 150 kWh/m²/år, och inte enligt det tidigare beräknade värdet 128 kWh/m²/år.

6 Lönsamhetskalkyler

6.1 Kalkylteori

För att kunna genomföra en realistisk ekonomisk analys av lönsamheten för olika primära energikällor, samt olika sekundära energikällor, bör kalkylerna för varje värmesystem jämföras med samma metod. Man kan inte kalkylera vad det kostar att värma upp allt bruksvatten med direkt elvärme under 40 år, antagen livslängd för elvärmesystem, och sedan jämföra detta värde med hur mycket det kostar att värma upp bruksvattnet med en värmepump, och inte beakta hur mycket pumpen kostar att installera, dess underhållskostnader samt andra relevanta utgifter. Innan någon kalkyl kan uppföras behövs dessutom en del grunddata.

1: Ungefärligt energibehov för byggnaden i fråga.

2: Ett mål som beskriver hur stor del av hela byggnadens energibehov som skall komma från någon speciell typ av energikälla. 100 % är i teorin möjligt även för förnyelsebara energikällor, men i praktiken blir det för dyrt för den vanliga konsumenten, om inte målet är ett energimässigt självförsörjande hus, där ekonomiska aspekter inte beaktas.

3: Val av värmesystem. Oftast är frågan inte så enkel som, vilket är billigast? På den frågan finns det inte något egentligt svar. En liten investeringskostnad betyder oftast högre drifts- och underhållskostnader samt lägre verkningsgrader, och därmed mindre effektivitet, medan en högre investeringskostnad leder till lägre drifts- och underhållskostnader samt högre verkningsgrad.

För vindkraftverk och solpaneler, där bränslet är helt gratis, är kanske inte verkningsgraden det viktigaste. I stället kan krav på ljudnivån, estetiska skäl samt personliga värderingar vara viktigare.

Det första kalkylsteget är att ta fram siffror för hur mycket energi en specifik lösning kan producera under ett år. Denna siffra beror på vilken energikälla som används, d.v.s. solpaneler, vindkraftverk, jordvärme eller dylikt. Dessutom inverkar vindstyrkan och frekvensen samt höjden på kraftverket väldigt mycket. För solpaneler är motsvarande faktorer placeringen och vinklingen av solpanelerna samt hur solig tomten i fråga är. För värmepumpar av olika slag inverkar utetemperaturen och värmepumpens verkningsgrader mest.

Det andra steget för genomförande av en lyckad investering är att uppgöra en investeringskalkyl. Detta kan ses som projektets budget och kan räknas med ett antal olika metoder. Annuitetsmetoden, nuvärdesmetoden samt pay-back metoden är de vanligaste.

Problemet med dessa typer av kalkyler är att de innehåller många antaganden som är omöjliga att bedöma exakt. Några av dessa osäkerhetsfaktorer är b.la. räntor, elpriser, råoljepriset om man vill jämföra med konventionell oljepanna, statens och kommunens framtida satsningar, kommer det i framtiden att vara möjligt att få stora bidrag för dylika projekt.

På grund av dessa faktorer bör den ekonomiska analysen innehålla en känslighetsanalys som pekar ut risker och möjligheter med investeringen.

Det sista steget är en finansieringsplan. I den skall det framkomma vart pengarna kommer ifrån, hur mycket pengarna kostar om det är frågan om ett lån. Det är viktigt att det finns tillräckligt med pengar för att slutföra projektet.

I en investeringskalkyl skall det komma fram vad projektet kommer att kosta från första idén tills det att energikällan har tagits i bruk. Till att börja med kan olika schablonvärden användas. Dessa är tillräckligt nära sanningen för att man skall kunna bedöma om fortsatt satsning på projektet lönar sig.

Då man efter noggrant övervägande har beslutat att fortsätta med projektet bör man begära in offerter från olika företag, som innehåller byggande av eventuella fundament för vindkraftverk, mark- eller bergs borrhning för jordvärme, förstärkning av tak ifall ett tungt kraftverk skall placeras på taket, elanslutningar m.m.

Nuvärdesmetoden är en av de vanligaste metoderna för att bedöma lönsamheten för en investering. Denna metod kallas även diskonteringsmetoden. Metoden går ut på att man diskonterar varje utgift eller intäkt till en bestämd tidpunkt, vilket oftast är den dag då man beräknar ta i bruk investeringen. ”Om nuvärdet av intäkterna är större än nuvärdet av investeringen och kostnader är investeringen lönsam.” För dessa beräkningar finns färdiga formler som kommer att användas i själva kalkylen. (Wizelius 2002)

6.2 Olika energikällors förutsättningar

För att kunna bedöma lönsamheten för en specifik energikälla behöver man veta, förutom vad investeringen kostar att installera, även drifts- och underhållskostnader samt eventuella

räntekostnader. En viktig faktor är även hur mycket energi någon viss energikälla har kapacitet att producera, i jämförelse med investeringskostnaden. Lönsamhetskalkylerna för de intressantaste energikällorna är bifogade i bilaga 8. Under rubriken ”sammanfattning av de olika energikällorna” är det utrett vilka energikällor som är aktuella för detta radhus. Detta kapitel är starkt sammanflätat med kalkylerna, presenterade i bilaga 8, varvid även den bör läsas för att kunna skapa sig ett helhetsintryck av de olika energikällornas ekonomiska nytta.

6.2.1 Vindkraftverk

För vindkraftverk brukar för typgodkännande krävas att verket skall hålla i 20 år. Problemet med dessa serietillverkade vindkraftverken är att få kraftverk har varit i bruk tillräckligt länge för att kunna bedöma hur länge de håller. Till beräkningar brukar dock användas 25 år som teknisk livslängd. Mera om detta under ”ett modernt vindkraftverk”. Som avskrivningstid brukar dock anges max 15 år. Efter denna tid finns det risk för att underhållskostnaderna har stigit så mycket att det kan löna sig att byta ut vindkraftverket. Håller verket längre än 15 år, och underhållskostnaderna inte överstiger intäkterna, ger det högre vinst år ägaren.

För att maximera livslängden för ett vindkraftverk kräver det regelbunden service. Vilken service som ingår, och hur länge, bör avtalas skilt med varje leverantör. (Wizelius 2002, s. 271-292)

För Solf-Solfjädern är det i dagsläget planerat att utreda hur stor del av värmeenergin som kan produceras från ett vindkraftverk, samt att reda ut den ekonomiska nyttan av detta. Enligt tidigare beräkningar behöver Solf-Solfjädern ca 7800 kWh per år per lägenhet för uppvärmning.

Det mindre vindkraftverk (WS-0.3B) som är placerat upp på taket av Vasa Universitet producerade år 2006 240 kWh/m². Se bilaga 5. Med en area på 0,3 m² producerar det med andra ord 72 kWh per år.

Det större vindkraftverket som produceras av Windside är ett WS-4B, som även det är installerat bredvid de mindre modellerna på Vasa universitet. Enligt Bertil Brännbacka, (personlig kommunikation 21.02.2010) som gör många mätningar på dessa vindkraftverk kan man använda samma värden för energiproduktion för det större vindkraftverket. Detta på grund av att det ännu inte har hunnit testats ordentligt, och det finns inga tillförlitliga

värden över energiproduktionen. Detta betyder att WS-4B producerar ca 240 kWh/år/m². Då kraftverket är 4 m² är den årliga energiproduktionen med andra ord 960 kWh. Drifts- och underhållskostnaderna för denna typ av mindre vindkraftverk kan antas vara mycket låga.

Dessa värden på energiproduktion gäller i princip enbart för den placering som detta vindkraftverk har. Under 2006 var medelvindhastigheten 4.0 m/s vid kraftverket. Eftersom elproduktionen är direkt proportionell med vindhastigheten i kvadrat, betyder det att en fördubbling av vindhastigheten betyder en fyrdubbling av energiproduktionen. Se bilaga 6 för medelvindhastigheter i Finland och Danmark. Ett kort exempel över vad motsvarande vindkraftverk placerat i Røsnæs fyr ger en ungefärlig årlig årsproduktion på 960 kWh * 4 = 3840 kWh. Detta skulle motsvara ca hälften av det årliga energibehovet för uppvärmning av en lägenhet i Solf-Solfjädern. Då klimatet dessutom är betydligt mildare i Danmark än i Finland, finns det goda ekonomiska möjligheter för integrering av små vindkraftverk på hustaken i t.ex. Danmark. (Windfinder –Vind & väderprognos, 21.02.2011)

I bilaga 8, där alla ekonomiska kalkyler är bifogade, kan läsas att vindkraftverket WS-0,3B inte har ett tillräckligt ekonomisk underlag för att tillräckligt bra motivera installation på taket av Solf-Solfjädern. I detta skede bör det dock återigen nämnas att investeringskostnaden för detta vindkraftverk inte är hämtat från tillverkaren. I beräkningarna syns ändå att värdet på ”K”, det vill säga ”kostnad eller intäkt” uppgår till ca sju euro per år, med en teknisk livslängd på 25 år blir totala intäkten ca 175 €. Till detta skall beaktas energibortfallet vid utmatning till elnätet och räntorna på det eventuella lånet. Fastän elpriserna skulle stiga relativt kraftigt under de närmaste 25 åren, påverkar detta inte nämnvärt lönsamheten för just detta vindkraftverk.

För det större vindkraftverket, WS-4B gäller samma argument. Inte heller priset på detta vindkraftverk är hämtat från tillverkaren Windside, men då energiproduktionen återigen är relativt låg, spelar investeringskostnaden en liten roll i den ekonomiska kalkylen. Detta producerar visserligen nästan 1000 kWh energi på årsnivå, men med bortfallet på grund av överföring till elnätet blir det ändå endast ca 500 kWh kvar. Då lägenheternas totala energibehov är ca 17 463 kWh per år, och 500 kWh av det endast är ca 3 % är det svårt att uppnå någon ekonomisk lönsamhet även för detta kraftverk. Som kommentar kan dock nämnas att större vindkraftverk har potential att producera en betydande mängd av lägenheternas energibehov, men för detta krävs relativt stora investeringskapital.

Efter att beräkningarna har blivit gjorda skickade Windside ett mail. I detta står det att modellerna WS-0,3 B samt WS-4B inte är rekommenderade som kompletterande energikälla i bostadshus. I stället rekommenderar de deras modell WS-12, som enligt Windside skall kunna producera ca 8600 kWh vid medelvindhastigheter på under 5 m/s. Priset för denna modell börjar vid 160 000 €. För potentiella aktieköpare kan inte heller detta ses som ett realistiskt alternativ. Detta betyder att vindkraften knappast kan ses som ett realistiskt komplement till ett annat uppvärmningssystem för kommande radhusbyggen som Mathias Smeds låter uppföra.

6.2.2 Solenergi

Solenergin har den stora fördelen i jämförelse med många andra energikällor att driftskostnaderna för ett solenergisystem är så gott som obefintlig. Investeringskostnaden är däremot relativt hög, men denna kostnad kan småhusägaren till stor del själv påverka med hjälp av att välja en förmånlig kalkylränta och avskrivningstid. Dessutom tillkommer den stora fördelen med denna typ av system, att energikostnaden hålls mer eller mindre konstant energikostnad under hela livslängden för denna typ av anläggning, dvs. ca 30 år.

Man kan dock inte realistiskt använda sig av enbart solenergi, utan en solenergianläggning måste alltid kombineras med någon annan form av värmeproduktion.

Som tumregel för plana solfångare är att man behöver ca 1,0–1,5 m² per person, om man använder energin enbart till tappvatten.

I kombinationsanläggningar behöver man 2–3 m² per person.

Detta betyder i reda pengar ca 2200 euro i investeringskostnader för ett varmvattensystem och ca 4300 euro för ett kombinationssystem. För ett bassänguppvärmningssystem kan man även här räkna med ca 2200 euro.

Till detta pris tillkommer även en varmvattenberedare samt en ackumulatortank, som för ett varmvattensystem kostar ca 1200 euro för båda systemen.

Drifts- och underhållskostnaderna är ca 10 euro per år, och energin som fås ur dessa system är gratis. (Andrén & Axelsson 2007)

Enligt Elias Linden (personlig kommunikation 02.02.2011) på Kaukora Oy, som tillverkar solfångare, kan man i praktiken producera ca 50 % av behövlig energi för bruksvattnet.

Detta enligt Kaukoras egna undersökningar. Bifogar dessa resultat som bilaga 4. Solfångarna värmer inte själv bruksvattnet till behövlig temperatur under vintermånaderna, utan i stället används de som förvärmare för bruksvattnet. För sommarmånaderna kan man i bästa fall erhålla ”gratis” varmvatten.

Utifrån bilaga 4 kan konstateras att men solpaneler Vitasol 100 S, kan man enligt Kaukoras experiment erhålla 4238 kWh per år. Denna siffra inkluderar det faktum att värmeförlusterna sänks märkbart vid användning av solfångare. För cirkulation av vatten till solfångarna behövs även en pump, som använder 112 kWh per år. Enligt tidigare beräkningar för **Ursprunglig Solf-Solfjädern, enligt 2010** är energibehovet för bruksvattnet ca 5500 kWh per lägenhet. Priserna för de olika enheterna är som följande:

- Solfångare kostar ca 300 – 500 € per kvadratmeter
- Styrenhet (ohjausyksikkö) 150 - 600 €
- Pumpenhet 250 – 500 €
- Rör 25 – 50 € per meter
- Installation 700 – 3000 €

(Lappalainen 2010, s. 88)

Detta betyder att i en familj med fyra personer behöver man 6 m² paneler, som kostar 2400 €, en styrenhet för 400 €, en pumpenhet för 350 € rör för 250 € och installation för 1000 €. Eftersom varje lägenhet ändå behöver en varmvattenberedare, kan denna kostnad inte räknas in vid kalkyleringarna. Det finns särskilda ackumulatortankar med elmotstånd, som kan fungera som varmvattenberedare. Dessa antas kosta ungefär lika mycket som vanliga varmvattenberedare. Ett exempel på dessa är euronoms ExoTank. Det speciella med denna typ av ackumulatortankar är att de kan samköras med externa värmekällor, såsom värmepumpar, solfångare vedpannor mm. På basis av detta kostar hela paketet ca 4400 €. Detta värde är dock enbart en väldigt grov uppskattning, och kan inte ses som ett absolut värde. (Wizelius 2002 s. 285–286; Lappalainen 2010, s. 88)

Från www.solportalen.se, läst 21.02.2011, kan man läsa att plana solfångare kan producera ca 250–600 kWh/m²/år och vakuumrörssolfångare kan producera 450–750 kWh/m²/år. Dessa värden beror väldigt mycket på placeringen av solfångarna, hur de är vinklade, hur

stark solen lyser, hur direkt solen kan lysa på dem samt om de tidvis är skuggade av till exempel träd. Dessa värden är vad solpanelen själv kan producera, till detta kommer förluster orsakade av cirkulationspumpen. Enligt punkt 6.5 i det första utkastet till D5 för 2012 får dock inte den energi som fås från solfångare överstiga 30 % av det totala energibehovet för uppvärmning av bruksvattnet.

Resultatet av kalkylen för solfångare är att under hela solfångarnas livslängd skulle de ge en vinst på ca 2500 €. Återbetalningstiden är med dagens elpriser ca 10 år. En stor del av utgifterna består av räntekostnader, om man tänker sig att solfångarna skulle köpas med inbesparade medel, och därmed ingen räntekostnad, skulle vinsten på 30 år uppgå till ca 8900 €. Då många tecken tyder på att elpriserna kommer att stiga i framtiden, kommer återbetalningstiden att sjunka, samt vinsten på 30 år att öka. Då dessutom framtidens hus troligtvis kommer att ha ännu strängare energikrav, och därmed även eventuellt lägre U-värden på mantelytorna, kommer den relativa energiförbrukningen som krävs för uppvärmning av bruksvattnet att stiga i jämförelse med uppvärmningskostnaderna.

6.2.3 Luft-luft värmepump

En av de enklaste metoderna för att komplettera ett befintligt direkt elvärmesystem är troligtvis att installera en luft-luft värmepump. Dessa är relativt billiga och snabba och enkla att installera. Nackdelen är att verkningsgraden för dessa sjunker drastiskt vid kalla utomhustemperaturer, då husen behöver mest uppvärmning. Dessutom drivs denna typ av värmepumpar av elektricitet. Eftersom pumpen består av två delar som båda skall vara placerade i en så öppen plats som möjligt. Detta betyder att man har en stor låda på utsidan, som nog kan gömmas, men inomhusdelen kommer att vara fullt synlig, högt upp på väggen. Dessutom ger många tillverkare endast 2–5 års garanti på kompressorn, och ingen garanti alls på resten av delarna. Då denna typ av värmepumpar har börjat masstillverkas, betyder det även att kvaliteten kan variera kraftigt mellan tillverkare. Den tekniska livslängden kommer i beräkningarna att anges till sju år. COP-faktorn kommer att anges till 2,3, enligt tidigare text under rubriken ”luft-luft värmepump”. (Gaddala, 14.04.2011 & Motiva, 14.04.2011)

Ur beräkningarna i bilaga 8 kan läsas att en för det beräknade exemplaret av luft-luft värmepumpen, Carrier Platinum 3,8 kW, genererar den en vinst på ungefär 1100 € under sin livstid på 7 år. Detta är dock beräknat på basis av månadsvisa medeltemperaturer, vilket gör att COP-faktorn alltid är relativt hög i dessa beräkningar. Den kalla januariperioden, då

COP-värdet endast uppgår till 1,81 drar kraftigt ner effektiviteten för denna typ av pumpar. Enligt Mats Borg, (personlig kommunikation 10.03.2011) lektor i fysik, från Yrkeshögskolan Novia, är det typiskt att denna typ av värmepumpar har kapacitet att producera behövlig energi för ca 80–90 % av behovet. Enligt Borg bör man lägga till ca 10 % mera energiförbrukning för uppvärmning då uppvärmningsbehovet är beräknat för månadsvisa medeltemperaturer. Utifrån beräkningarna i bilaga 8 kan konstateras motsvarande faktum. Då många av dessa pumpar även stängs av vid temperaturer kallare än -15 °C eller -20 °C, betyder det att alla behövlig värmeenergi under dessa perioder måste komma direkt från elnätet.

För att beakta faktumet att pumpens kapacitet inte alltid är tillräcklig, ändras värdet på enheten "K" i beräkningarna. Denna är differensen mellan "skillnaden mellan producerad energi och förbrukad energi" och "utgifter". I de ursprungliga beräkningarna är utgifterna endast 20 € per år, i form av underhållskostnader. Nu beaktas det faktum att pumpens kapacitet är otillräcklig för de kallaste dagarna, och gör att elnätet måste belastas hårdare. För att beakta detta ökar "utgifter" då mera energi måste tas från elnätet. Under perioden december till februari är det möjligt att riktigt kalla perioder förekommer, det vill säga, perioder som är betydligt kallare än de beräknade medeltemperaturerna. Under denna period är det mycket sannolikt att luft-luft värmepumpen stannar och alla behövlig energi kommer direkt från elnätet. "Skillnaden mellan producerad energi och förbrukad energi, €" är i ursprungsberäkningarna ca 560 €. Om man antar att pumpen kan producera ca 85 % av behövlig energimängd under de kallaste månaderna, december, januari och februari, medan resten tas direkt från elnätet, uppgår energibehovet som pumpen skall producera i:

- december $0,85 * 1287 \text{ kWh} = 1094 \text{ kWh}$
- januari $0,85 * 1530 \text{ kWh} = 1300 \text{ kWh}$
- Februari $0,85 * 1344 \text{ kWh} = 1142 \text{ kWh}$

Under december förbrukar pumpen 366 kWh, januari 475 kWh och under februari 417 kWh. Förutom detta skall resterande energimängd tas direkt ut elnätet. Denna mängd uppgår till skillnaden mellan behovet och producerad energimängd och blir totalt för denna tre månaders period 577 kWh. Med dessa värden är den årliga energiförbrukningen för uppvärmning av rummet 2896 kWh.

6.2.4 Luft-vatten värmepump

Till skillnad från luft-luft värmepumpen som avger värme direkt till luften avger denna typ av luftvärmepump värme till ett vattenburet värmesystem, eller till bruksvattnet. Priset för denna typ av pump är billigare än inköpspriset för en jordvärmepump. Denna typ av pumpar producerar mera energi än den förbrukar, även vid temperaturer under -20 °C för vanliga, men till och med ner till -26°C för CO₂-luftvattenvärmepump. Precis som för luft-luft värmepumpar har dessa fördelen att installationen är relativt enkel utförd, då det inte behöver borraras några hål för till exempel bergvärme. (Motiva, 19.02.2011)

Mats Borg (personlig kommunikation 10.03.2011) menar att inte heller denna typ av värmepumpar har tillräcklig kapacitet för att producera hela lägenhetens energibehov under de kallaste dagarna på året. Under samma kalla två veckors period i januari klarar denna pump av att producera 3,645 kW värme, medan den förbrukar motsvarande 1,8 kW. Detta ger COP-värdet 2,0.

För den kalla januariperioden behöver lägenheten 1005 kWh energi för rumsuppvärmning samt 210 kWh för uppvärmning av bruksvattnet.

För uppvärmning av bruksvattnet är den nominella angivna effekten 1,95 kW och energibehovet 2,56 kW. Dessa ger COP-värden som är under 1, och antar därför att pumpen endast klarar av förvärmning av bruksvattnet, och därmed COP-värdet 1. Under max värden fås uteffekt 4,11 kW och energibehov 3,61 kW. Dessa värden ger ett COP-värde som är 1,14. De senare värden, maxvärden, kommer att användas för den kalla perioden.

$1005 \text{ kWh} / 3,645 \text{ kW} = 276 \text{ h}$. Perioden på två veckor är 336 h lång, och därmed klarar pumpen av rumsuppvärmning även under kalla perioder. För uppvärmning av bruksvattnet antas direkt eluppvärmning, det vill säga, COP-värdet = 1.

Om man antar att även denna pump klarar av att producera 85 % av energibehovet under de kallaste månaderna, erhålls energiförbrukningen 2742 kWh för uppvärmning av allt bruksvatten och uppvärmning av hela lägenheten under månaderna december till och med februari. Det återstående energibehovet tas direkt från elnätet. Denna energiförbrukning kan jämföras med energiförbrukningen vid användning av enbart elvärme. energiförbrukning under samma period uppgår till ca 5510 kWh vid användning av enbart elvärme. Se noggrannare beräkningar i bilaga 12.

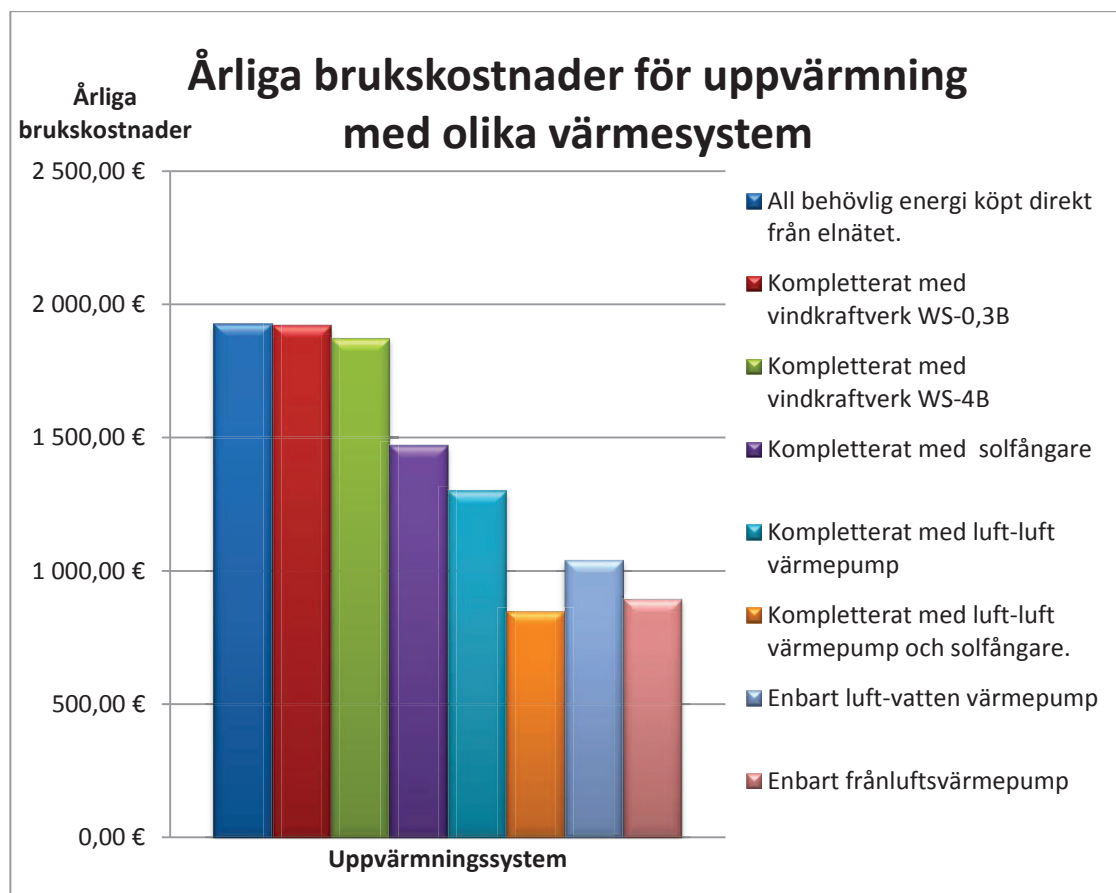
6.2.5 Frånluftsvärmepump

En frånluftsvärmepump återvinner den värme som finns lagrad i frånluftsventilationsluften. Pumpen kyler ner denna luft, vid behov, ända ner till -15 °C. Värmeenergin används sedan till att värma upp tilluften eller vattnet i det vattenburna golvvärmesystemet samt bruksvattnet. Till skillnad från en luft-luft värmepump är dessa dimensionerade för att klara av hela lägenhetens energibehov, både rumsuppvärmning och bruksvatten. I beräkningarna framgår att denna frånluftsvärmepump inte producerar någon vinst under sin tekniska livslängd. Detta betyder dock inte att en frånluftsvärmepump av denna dimension är ett dåligt val. Beräkningarna är gjorda med kalkylräntan 5 %. Kalkylen är beräknad enligt dagens elpriser, dessa kommer troligtvis att stiga kraftigt under de närmaste 15 åren, vilket betyder att återbetalningstiden sjunker samt att pumpen, som kräver väldigt lite energi för uppvärmning är ett väldigt attraktivt alternativ om man prioriterar låga elräkningar framför höga investeringskostnader. Livslängden har valts till 15 år. Detta enligt rekommendationer från Peter Karlsson på IVT (personlig kommunikation 16.03.2011).

7 Resultat

I detta kapitel jämförs de intressantaste uppvärmningsalternativen med varandra, det vill säga de som är uppräknade under rubriken Sammanfattning av de olika energikällorna.

Tabell 1. Årliga brukskostnader för uppvärmning med olika värmesystem



Tabellen visar hur stora årliga elräkningar den enskilda aktieägaren i Solf-Solfjädern har, med olika uppvärmningssystem.

Tabell 2. Totalkostnader på 40 år för olika uppvärmningssystem



Tabellen visar totalkostnaderna för olika uppvärmningssystem under 40 år.

Vid användningen av enbart direkt elvärme för uppvärmning av en lägenhet i Solf-Solfjädern, uppvärmning av allt bruksvatten samt för användning av alla elapparater, går det åt ca 17 500 kWh energi per år. Med dagens elpriser, 11,03 c/kWh, skulle detta kosta ca 1930 € per år.

Om man kombinerar direkt eluppvärmning med en luft-luft värmepump, samt solfångare skulle motsvarande energibehov endast vara 7700 kWh per år. Detta kostar ca 850 € per år.

Om man kombinerar den direkta eluppvärmningen med enbart solfångaren är det årliga energibehovet för en lägenhet i Solf-Solfjädern ca 13 400 kWh, vilket motsvarar 1470 €

per år. Om man i stället för solfångare enbart använder sig av en luft-luft värmepump är det årliga energibehovet ca 12 000 kWh, eller 1300 €.

Vid användningen av enbart en luft-vatten värmepump, eller en frånluftsvärmepump är det årliga energibehovet 9400 kWh respektive 8100 kWh. Dessa alternativ kostar med dagens elpriser ca 1050 € respektive 900 € per år.

I detta resultat är inte några installationskostnader eller underhållskostnader inräknade. I detta resultat beaktas enbart hur mycket energi det går åt per år, vid användningen av olika uppvärmningssystem.

Då man jämför alla uppvärmningssystem med direkt eluppvärmning, med en livslängd på ca 40 år, och räknar in alla drifts- och underhållskostnader som uppstår under denna period är återigen alternativet direkt eluppvärmning i kombination med en luft-luft värmepump samt solfångare som är det billigaste. På 40 år skulle detta alternativ kosta lägenhetsinnehavaren ca 53 000 €. Motsvarande summa utan varken en värmepump eller solfångare är ca 77 000 €.

Direkt eluppvärmning i kombination med solfångare kostar på 40 år ca 65 000 euro, och kombinerat med en luft-luft värmepump ca 65 000 euro.

Om man värmer upp lägenheten och bruksvattnet med en frånluftsvärmepump skulle detta på 40 år kosta ca 67 000 €.

Med en luft-vatten värmepump är kostnaden ca 64 000 € på 40 år.

För noggrannare resultat och antaganden se bilaga 13.

Enligt tidigare beräkningar får inte Solf-Solfjäders energiförbrukning överstiga E-talet = 128 kWh/nettokvadratmeter/år. Dessutom skall minst 25 procent av husets energiförbrukning härstamma från förnyelsebara energikällor. I beräkningarna beaktas enbart den köpta energiförbrukningen, det vill säga den mängd elektricitet som går genom elmätaren. Ur rubriken ”Energibehov för Solf-Solfjädern” fås de koefficienter som skall användas i beräkningar av E-talet. Detta enligt det första utkastet till D3, från 28.09.2010, för 2012.

Direkt eluppvärmning: För uppvärmning enbart med elektricitet från elnätet krävs det för detta hus, 17 463 kWh per år. Detta betyder 160 kWh/bruttokvadratmeter/år eller ca 174

kWh/bruttokvadratmeter/år. Då detta alternativ inte innehåller någon förnyelsebar energikälla är detta alternativ inte tillåtet enligt gällande utkast till Finlands byggbestämmelsesamling. Dessutom skall detta värde multipliceras med faktorn 2, enligt det första utkastet till D3 2012, punkt 2.1.3.

Kompletterat med vindkraftverk: Då vindkraftverken inte producerar tillräckligt mycket energi för att uppnå 25 % av energibehovet, är dessa alternativ inte heller tillåtna.

Kompletterat med solfångare: I beräkningarna har angetts att med systemet Vitasol 100 solfångare kan producera 4128 kWh per år per lägenhet. Under rubriken Solfångare anges att man med vakuumrörssolfångare producera 450–750 kWh/m²/år. Då en fjärdedel av energibehovet skall komma från förnyelsebara energikällor, krävs det mellan 6 och 10 m² vakuumsolfångare för att uppnå energibehovet 4366 kWh/år. En lägenhets energibehov är 17463 med direkt elvärme och en fjärdedel av detta är 4366 kWh. Detta alternativ är därmed ett realistiskt alternativ för att klara av framtida bestämmelser på den punkten. Då resterande energimängd kommer från direkt el, med faktorn 2, är dock inte heller detta alternativ tillåtet. 17 463 kWh/år – 4366 kWh/år är 13097 kWh/år. 13097 kWh/år/100 m² vilket är nettoarean av en lägenhet blir 131 kWh/nettoarea/år. Detta värde skall multipliceras med två, och blir därmed mycket högre än tillåtna 128 kWh/nettokvadratmeter/år.

Elvärme kompletterat med en luft-luft värmepump: enligt utkastet till D3 2012 räknas en värmepump som förnyelsebar energikälla om dess COP-värde är över 2. COP-värdet för den beräknade värmepumpen är 3, alltså räknas det som förnyelsebar energikälla. Då den dessutom producerar mera än 4366 kWh på årsnivå är även det kravet för förnyelsebara energikällor uppnått. Det totala energibehovet för denna lösning är 11 805 kWh/år, det vill säga den mängd energi som går genom elmätaren. Detta ger 118 kWh/nettoarea/år, med beaktande av koefficienten 2 för elektricitet betyder det att E-talet uppgår till 236 kWh/nettoarea/år, vilket är för högt.

Kombinationen luft-luft värmepump samt solfångare: Denna kombination producerar mera än kravet 4366 kWh för förnyelsebara energikällor per år. Den mängd energi som går genom elmätaren är med detta alternativ 7679 kWh/år. Detta blir 77 kWh/nettoarea/år, med faktorn 2,0 för elektricitet uppgår E-talet till 154 kWh/nettoarea/år. Detta är mera än kravet 128 kWh/nettoarea/år, men med mera solfångare samt, i framtiden, en effektivare luft-luft värmepump är detta alternativ realistiskt.

Luft-vatten värmepump: Med detta alternativ krävs det 9422 kWh per år för lägenheten. Detta blir 94 kWh/nettoarea/år och med koefficienten 2,0 188 kWh/nettoarea/år. I kombination med solfångare kan även detta alternativ bli tillåtet.

Frånluftsvärmepumpen: Med detta alternativ krävs det 8102 kWh per år för lägenheten. Detta blir 81 kWh/nettoarea/år och med koefficienten 2,0 162 kWh/nettoarea/år. Med solfångare kan även detta alternativ vara tillåtet.

Om man i stället för alternativet ”Ursprunglig Solf-Solfjäders, enligt 2010” bygger enligt ”Svängd med stora fönster mot söder samt tätare och färre fönster” är energibehovet för lägenheterna betydligt lägre. Se rubriken ”Energibehov för Solf-Solfjäders”

Den 30 mars 2011 kom miljöministeriet med en uppdaterad version av D3 för 2012. I denna är koefficienten för elektricitet 1,7, och inte 2,0 som det ursprungligen var tänkt.

Med koefficienten 1,7 blir E-talet för en lägenhet i Solf-Solfjäders, uppvärmt med direkt elvärme i kombination med solfångaren och en luft-luft värmepump $77 \text{ kWh/nettoarea/år} * 1,7 = 131 \text{ kWh/nettoarea/år}$. Detta är väldigt nära kravet $128 \text{ kWh/nettoarea/år}$ och kan ses som ett realistiskt alternativ.

För uppvärmning med en luft-vatten värmepump blir motsvarande E-tal $94 \text{ kWh/nettoarea/år} * 1,7 = 159 \text{ kWh/nettoarea/år}$. Detta alternativ, i kombination med solfångare, kan vara ett realistiskt alternativ. Den kombinationen blir dock väldigt dyr i jämförelse med det föregående alternativet.

Med en frånluftsvärmepump uppgår E-talet till $81 \text{ kWh/nettoarea/år} * 1,7 = 138 \text{ kWh/nettoarea/år}$. Detta är väldigt nära kravet, och i kombination med solfångare eller en något tätare mantelyta, är även detta ett tillåtet alternativ.

Enligt det senaste utkastet till D3 är får den maximala energiförbrukningen i radhus inte överstiga $150 \text{ kWh/nettoarea/år}$, och inte $128 \text{ kWh/nettoarea/år}$ som tidigare användes. Detta med beaktande av de olika koefficienterna.

Detta betyder att även alternativet med enbart en frånluftsvärmepump är tillåtet utan användning av solfångare.

8 Resultattolkning

Resultat visar att om man värdesätter låga brukskostnader för lägenheten är det förmånligaste alternativet direkt elvärme som grundsystem, kompletterat med en luft-luft värmepump och solfångare. Det eldrivna värmesystemet är så gott som underhållsfritt, billigt att installera och fungerar bra även under årets kallaste dagar. Värmepumpen producerar värme till rummet mycket effektivt, med bra COP-värden under alla utom de kallaste dagarna på året. Denna kan även fungera som kylning, men detta betyder naturligtvis att energiförbrukningen ökar kraftigt. Solfångarna producerar så gott som gratis bruksvatten under sommarhalvåret och kan användas som för uppvärmning av bruksvattnet under våren och hösten.

Alternativen enbart frånluftsvärmepump eller en luft-vatten värmepump håller elräkningarna på nästan samma nivå som det billigaste alternativet. Dessa har fördelen att deras tekniska livslängd är betydligt längre än livslängden för en luft-luft värmepump, vilket betyder mindre bekymmer för aktieägaren. Nackdelen är högre underhållskostnader, då kompressorer och andra delar skall bytas. Dessutom är de betydligt dyrare i inköp. Luft-vatten värmepumpen kräver ett vattenburet värmesystem, vilket är dyrare att installera än ett eldrivet motsvarande. Frånluftsvärmepumpen har den fördelen att den fungerar som en helhetslösning för både ventilation, uppvärmning av rummet samt uppvärmning av bruksvattnet. Även denna kräver ett vattendrivet uppvärmningssystem. Totalt sett är underhållskostnaderna ungefär lika stora för alla dessa beräknade värmepumpar.

En annan nackdel med luft-vatten värmepumparna är ljudnivån. Utomhusenheten har en ljudnivå som kan upplevas som störande för många, speciellt om det är många enheter nära varandra, t.ex. på väggen till varje lägenhet i radhuset. Under den kallare tiden av året bildas det även is under utomhusenheten på en luft-vatten värmepump. Detta kan skapa farliga situationer på en liten tomt. Det går lätt att halka på is som ligger under snö.

Ser man på ett längre perspektiv kan man konstatera att även här är kombinationen eldrivet grundsystem kompletterat med luft-luft värmepump och solfångare det förmånligaste alternativ. Detta alternativ kostar totalt för 40 år ca 52 000 €.

Nästa nivå är de övriga värmepumparna, det vill säga, frånluftsvärmepump, luft-vatten värmepump och luft-luft värmepump. Även enbart användningen av solfångare hör till denna prisklass. Den mest uppenbara fördelen med solfångarna är deras enkelhet, de har låga underhållskostnader, är lätta att installera och har dessutom en lång teknisk livslängd.

Luft-luft värmepumpens största nackdel kan antas vara dess korta tekniska livslängd. Detta betyder en del arbete och större ekonomiska utgifter för ägaren med jämna mellanrum. Fördelen är deras enkelhet samt det faktum att de inte kräver något vattendrivet system. Luft-vatten värmepumpen och frånluftsvärmepumpen är båda dyrare alternativ, men å andra sidan är de effektiva och har en längre teknisk livslängd än en luft-luft värmepump. Även för förekommer större underhållskostnader med jämna mellanrum, då kompressorn behöver bytas. Detta sker i medeltal en gång per maskin, varvid den tekniska livslängden fördubblas. Dessa alternativ kostar totalt för 40 år ca 65 000 €

De dyraste alternativen är enbart elvärme samt elvärme kombinerat med vindkraftverk. Elvärmen har fördelen att det är ett väldigt underhållsfritt alternativ, samt en enkel installation, men med den uppenbara nackdelen att det är höga underhållskostnader. Även vindkraftverken har en lång teknisk livslängd, men då de producerar relativt lite energi i jämförelse med vad de kostar att införskaffa, är det till och med dyrare att komplettera elvärmen med vindkraftverk, i jämförelse med användningen av enbart elektricitet från elnätet. Dessa är i storleksordningen 79 000 € på 40 år.

9 Kritisk granskning av resultatet

Resultatet visar, som målet med uppgiften var, hur mycket det kostar att installera olika värmesystem, deras bruks- och underhållskostnader samt hur mycket energi olika värmekällor kräver. I kalkylerna har använts realistiska brukskostnader, tekniska livslängder samt dagens elpriser. Det är kalkylerat att varje lägenhet skall ha ett skilt uppvärmningssystem, som till viss del kommer att vara valbart för aktieköparen. I kalkylerna framgår både nuvärdet av en investering, samt investeringens återbetalningstid. För de kompletterande uppvärmningssystemen har beräknats att de inte har kapacitet att värma upp rummet helt och hållet, alternativt värma upp allt bruksvatten tillräckligt mycket. Dessa faktorer har beaktats i beräkningarna, vilket gör att resultatet kan ses som relativt realistiskt.

För aktieköparen innebär resultatet att han lätt kan jämföra vad olika uppvärmningsmetoder kostar, både att använda och installera. Det samma gäller för Mathias Smeds ingenjörbyrå. På basis av resultatet kan han efter diskussion med alla köparen samt potentiella köpare bestämma vilket uppvärmningssystem de vill ha.

Enligt utkastet till de nya byggbestämmelserna, får inte energibehovet för en lägenhet i Solf-Solfjädern att överstiga 128 kWh/nettokvadratmeter/år. För att uppnå detta med direkt eluppvärmning som grundsystem, med den ursprungliga koefficienten 2,0 för elanvändning, krävs det att varje lägenhet förses med solfångare vars kapacitet på årsnivå är ca 5500 kWh, vilket motsvarar ca 9 m² vakuum-solfångare optimalt placerade, samt en effektiv luft-luft värmepump. I en uppdaterad version av D3 är koefficienten för elektricitet 1,7, och inte 2,0. Den allmänna tonen är dock väldigt negativ till hus uppvärmda med direkt elektricitet, varvid detta alternativ, trots att det har många fördelar, inte nödvändigtvis är det alternativ som alla aktieägare vill ha. Solfångarna har dock den stora nackdelen att de inte producerar någon energi då de är täckta av snö, och en luft-luft värmepumps COP-värde sjunker kraftigt under årets kallaste dagar. Detta betyder att en lägenhet uppvärmd med detta alternativ kräver mycket energi från elnätet under de kallaste dagarna, vilket strider mot målet att få ner Finlands energiförbrukning under de kallaste dagarna. Detta skulle minska behovet av importerad energi till Finland under årets kallaste dagar.

En frånluftsvärmepump med tillräcklig kapacitet för uppvärmning av både rummet och bruksvattnet är det alternativ som på årsnivå endast kräver lite mera energi per år än

alternativet direkt elvärme i kombination med solfångaren och luft-luft värmepumpar. Detta alternativ är mera ”allmänt accepterat”, fastän det förbrukar mera energi på årsnivå än det tidigare. Ur elproducenternas synvinkel är dock detta alternativ bättre, då energibehovet inte skjuter i höjden under årets kallaste dagar. Till skillnad från en luft-luft värmepump är COP-värdet för en frånluftsvärmepump inte beroende av utetemperaturen, vilket betyder att energibehovet inte nämnvärt stiger under de kallaste dagarna.

För att uppnå de framtida kraven på energieffektivitet med användningen av enbart elektricitet som uppvärmning krävs det att mantelytans U-värden är betydligt lägre än dagens krav. Detta innebär i sin tur att byggkostnaderna stiger kraftigt, vilket i sin tur strider mot det allmänna motståndet mot höjda byggkostnader. Ifall det första utkastet till D3 i Finlands byggbestämmelsesamling i sin nuvarande form blir godkänt och tas i bruk, innebär det att med enbart eluppvärmning i praktiken blir omöjligt att uppnå kraven på energieffektivitet. Ifall man kombinerar det med solfångare och en luft-luft värmepump är ändå elbehovet under årets kallaste dagar så gott som oförändrat, varvid behovet av importerad energi förblir så gott som lika stort som dagens. Det är möjligt att uppnå de framtida kraven även med eluppvärmning, men det kräver effektiva kompletterande energikällor, samt bättre isolerad mantelyta än vad kraven på mantelytan är, vilket ger högra byggkostnader. Då det billigaste alternativet, både i byggskedet och i användningsskedet, är eluppvärmning i kombination med en eller två sekundära värmekällor, kan det anses lite konstigt att detta alternativ kräver betydligt högre byggkostnader för att bli tillåtet i framtiden. I och med de förändringar som gjordes i D3 den 30.03.2011 krävs det en något mindre isolerad mantelyta för att uppfylla kraven. Skillnaden är dock så liten att användningen av enbart elektricitet som uppvärmning kräver en mycket välisolerad mantelyta, som är dyr att bygga. I kombination med solfångaren och en luft-luft värmepump är dock elektricitet tillåtet som uppvärmningssystem.

Detta arbete innehåller en del osäkerhetsfaktorer. Dessa är elpriset, det är omöjligt att veta vad elektriciteten kostar i framtiden. Många tecken tyder på stigande elpriser, men det finns ändå inga garantier för detta. I kalkylerna har dagens elpriser använts. Detta för att målet med uppgiften är att kunna visa för kunderna vad olika uppvärmningssystem kostar dels att använda och dels att installera. Det första radhuset kommer att börja byggas inom en snar framtid, vilket betyder att elpriset är väldigt nära vad det är i skrivandes stund. Det finns redan i dagsläget ett stort antal tillverkare av värmepumpar, vilket betyder att det är väldigt svårt att skaffa sig ett exakt pris på någon produkt. Det är dessutom inte riktigt klart hur mycket det kostar att installera ett vattenburet värmesystem, i jämförelse med ett

eldrivet motsvarande. Detta beror mycket på arbetskostnaderna samt materialkostnaderna, som båda kan variera kraftigt. Energiförbrukningen för Solf-Solfjädern innehåller en hel del osäkerhetsfaktorer, då husets utformning ännu inte är helt bestämt, vilket påverkar mängden solenergi som kan tas till vara, samt att ett program aldrig helt exakt kan beräkna verklig energiförbrukning. Detta på grund av att energiförbrukningen beror på en mängd faktorer som inte kommer fram i programmet. Elapparaternas energiförbrukning är mycket svår att bestämma, en familj som inte är speciellt teknikintresserad kan ha mycket lägre energiförbrukning än en teknikintresserad familj. För uppvärmning av bruksvattnet är det stor skillnad på om familjen frekvent badar badkar och duschar ofta, i jämförelse med en familj utan badkar och som duschar både kortare och mera sällan. Dessutom är antalet personer i lägenheterna ännu i dagsläget okänt, vilket bidrar väsentligt till vattenförbrukningen och energiförbrukningen för elapparater. Vid bestämningen av energiförbrukningen för rumsuppvärmning är inomhustemperaturen av stor vikt. Det behövs betydligt mindre energi att hålla en lägenhet på 19 grader än att hålla samma lägenhet 23 grader. För många värmepumpar är utomhustemperaturen av stor betydelse för effektiviteten för dessa, vilket även är omöjligt att bestämma exakt. Det har i beräkningarna använts medeltemperaturen med beaktande av tilläggsenergibehov för extra kalla dagar och det faktum att värmepumparna alltid är något underdimensionerade. I energiförbrukningsberäkningarna har antingen standardvärden, eller noggrannare kalkylerade värden använts, beroende på om alla variabler som behövs har varit kända eller inte. Detta enligt Finlands byggbestämmelsesamling. För att uppnå ännu exaktare värden behöver man veta hurudan familj som flyttar in: deras levnadsvanor, deras intressen samt deras varmvattenbehov.

Efter diskussion med Mathias Smeds är det mest sannolika värmesystemet i hans kommande radhusbygge ett vattenburet golvvärmesystem, uppvärmt med en frånluftsvärmepump samt, kompletterat med solfångare för intresserade köpare. Detta alternativ är ett av de billigare samt energieffektiva. Då det värmesystemets COP-faktor dessutom är väldigt hög under hela året, tilltalar det säkert många potentiella kunder. Detta kan ses som ett stort steg mot energieffektivare byggnader, i jämförelse med hans föregående radhus där värmesystemet enbart består av direkt elvärme. Alternativet direkt elvärme, i kombination med solfångare och en luft-luft värmepump är visserligen det billigaste alternativet. Detta möjliggör dock inte framtida byten till effektivare värmepumpar för både uppvärmning av rummet och bruksvattnet. Dessutom är den allmänna opinionen mot elvärme starkt negativ i dagsläget, vilket kan skapa problem i

försäljningsskedet. Att bygga ett hus med vattenburet värmesystem är visserligen dyrare än ett eldrivet golvvärmesystem, men enligt Smeds betyder detta bara ett litet högre försäljningspris, i förmån för lägre driftskostnader, vilket många köpare enligt honom värdesätter. Dessutom skapar en lågenergikrävande lösning en attraktiv bild av företaget, då lågenergibyggnad värdesätts av många människor i dagsläget.

10 Diskussion

För att göra de kommande lägenheterna attraktiva för köparna, är det viktigt att resultatet är trovärdigt och lättbegripligt. Mathias Smeds föregående radhusprojekts energiförbrukning har jämförts med den beräknade energiförbrukningen för hans kommande radhusprojekt. Jämförelsen visar att vid användningen av direkt elvärme som uppvärmningssystem, med beaktande av att det förra radhuset byggdes enligt en äldre version av C3, är resultatet på energiförbrukningen väldigt realistiskt enligt kraven på dagens mantelyta. Med detta som grund kan man anta att de övriga energiberäkningarna är väldigt realistiska. Detta är ett viktigt faktum vid marknadsföringen av lägenheterna i Solf-Solfjädern. För att lätt kunna sälja lägenheterna är det viktigt att köparna känner att de får en energisnål produkt, som motsvarar köparens värderingar. Ingen kund får känna sig lurad några år efter ett köp. Den verkliga energiförbrukningen måste vara nära den beräknade energiförbrukningen. Lägenheter som byggs under år 2010 måste vara byggda i enlighet med gällande Finlands byggbestämmelsesamling. Förutom detta bör de motsvara allmänhetens krav på önskad energiförbrukning. Detta för att lägenheterna skall vara attraktivare för köparna.

Vid presentation åt kunder är tabell 1. "Årliga brukskostnader för uppvärmning med olika värmesystem" under rubriken Resultat ett oombärligt presentationsalternativ. I kombination med tabell 2. "Totalkostnader på 40 år för olika uppvärmningssystem" under rubriken Resultat skapar dessa en bra helhet vid försäljningen. Utifrån graferna kan kunderna snabbt se att alternativet med en frånluftsvärmepump är ett billigt och samtidigt miljövänligt alternativ för uppvärmning. Eftersom många kunder enbart är intresserade av återbetalningstider för olika uppvärmningssystem, kunde även en sådan graf användas i marknadsföringssyfte.

Vid utveckling av arbetet skulle jag personligen lägga stor vikt vid bestämning av installationskostnader för olika värmesystem. Detta är en faktor som är väldigt svår att veta exakt, men som samtidigt påverkar slutresultatet mycket. Dessutom vore en undersökning

över byggnadstiden vara väsentlig. Hur mycket längre tar det att bygga ett extra energieffektivt hus med en frånluftsvärmepump som uppvärmningssystem, i jämförelse med hur länge det tar att bygga enligt minimikraven i Finlands byggbestämmelsesamling med direkt elvärme? Detta i kombination med hur mycket dyrare det första alternativet blir.

En automatisering av beräkningarna vore även ett mycket värdefullt verktyg för Mathias Smeds ingenjörbyrå. Om man enbart behövde mata in några grundvärden för byggnaden i fråga, samt grunddata för värmesystemet, kunde jämföra olika lösningar med varandra vore det väldigt effektivt. Vid användningen av DOF-Energia har jag upptäckt att många variabler tar en lång tid att reda ut exakt. Detta faktum kunde även effektiviseras med dataprogram som räknar ut variablerna, på basis av enbart få utgångsdata. Mathias Smeds ingenjörbyrå kan dock med hjälp av detta arbete relativt lätt ta i bruk programmet DOF-Energia. I bilaga 10 är alla variabler i programmet beräknade. Dessutom finns det hänvisningar till Finlands byggbestämmelsesamling. Detta program är ett bra hjälpmedel vid beräkning av energiförbrukningen för olika byggnader, samt vid uppgörandet av energicertifikat.

Arbetet har till vissa delar varit väldigt krävande, då det i byggnadsingenjörsutbildningen inte prioriteras energifrågor speciellt mycket. Detta betyder att jag har varit tvungen att ta reda på mycket fakta på egen hand, utan stöd från något undervisningsmaterial som jag har varit i kontakt med under ingenjörsutbildningen. Arbetet har trots det varit väldigt lärorikt och intressant, såtillvida att ämnet är under ständig diskussion dagens Finland. I arbetet har använts en mängd olika källor, både tunglästa tekniska beskrivningar på funktionsprinciperna för olika värmekällor såsom *Electricity from Renewable Resources av National Academy Of Sciences*, *National Academy Of Engineering* och *National Research Council*, Men även lättare, mera övergripande böcker såsom *Mårtensson Hans – värmepump i villan*. Finlands byggbestämmelsesamling, och speciellt delarna D3, D5 samt C3 både nuvarande versioner och utkastet till kommande version har gett alla behövliga energiberäkningsregler. *Lappalainen Markku - Energia- ja ekologia käsikirja, Suunnittelu ja rakentaminen* och *RIL 249–2009 – lågenergihus* har varit till stor hjälp i valet av värmesystem respektive energiberäkningarna. Elias Linden från Kaukora har varit till stor hjälp vid uppskattningarna av solfångarnas potential som energikälla. Mats Borg, lektor i fysik vid Yrkeshögskolan Novia har gett värdefulla uppgifter om värmepumparnas kapacitet och Peter Karlsson från IVT har vänligt nog bekräftat info och svarat på frågor om frånluftsvärmepumpar på ett sakligt och vänligt sätt. Bertil Brännbacka, lärare för

diplomingenjörsprogrammet inom energiteknik vid Vasa Universitet har gett värdefull mätdata som berör vindkraftverkens kapacitet. Han har dessutom bidragit med goda råd vad gäller arbetets utformning och resultatpresentation, samt även ställt upp på långa diskussioner om energiteknik på ett mera övergripande plan.

Källförteckning

Finlands Byggbestämmelsesamling:

D3 2010, byggnaders energiprestanda – *föreskrifter och anvisningar 2010*

D3 2012 (utkast 28.09.2010), Rakennusten energiatehokkuus – *määräykset ja ohjeet 2012*

D3 2012 (utkast 30.03.2011)

D5 2007 *Beräkning av byggnaders energiförbrukning och uppvärmningseffekt, anvisningar*

D5 2012 (utkast 28.09.2010) *Beräkning av byggnaders energiförbrukning och uppvärmningseffekt, anvisningar*

Internetsidor:

www.energi kontorsydost.se, (hämtat 14.02.2011)

www.gadsat.fi, 07.04.2011 skriven av pauli gaddala

www.isoover.fi u.å.– värmeisolering, (hämtat 08.04.2011)

Motiva, u.å. (hämtat hösten 2010 samt våren 2011)

www.solportalen.se u.å. – Energi från solen, (hämtat 21.02.2011)

www.statistikcentralen.fi, u.å. – Finlands samlade statistik, (hämtat 14.02.2011)

www.windfinder.com – Vindhastigheter i Finland och Danmark, (hämtat 21.02.2011)

Windside –tuulivoimaloiden tuotto www.tuulenpuoli.fi u.å. (hämtat 14.04.2011)

Perifelpannan Sol V1 www.Baxi.se u.å. (hämtat 14.04.2011)

Böcker:

Andrén L & Axelsson Anders (2007) *Värmeboken – Halvera dina värmekostnader*

Lappalainen Markku (2010) Energia- ja ekologia käsikirja, *Suunnittelu ja rakentaminen*

Mårtensson Hans (2007) *Värmepump i villan*

National Academy Of Sciences, National Academy Of Engineering & National Research Council (2010) *Electricity From Renewable Resources. Status, Prospects And Impediments.*

RIL 249–2009 –lågenergihus

Wizelius Tore (2002) *Vindkraft i teori och praktik*

Annat:

Hufvudstadsbladet, klimatmål konkurrerar ut elvärme, Finska Notisbyrån 04.02.2011

Hufvudstadsbladet , uppvärmningskostnaderna stiger, Finska Notisbyrån, utgiven 28.07.2010

Markanvändnings- och bygglagen 5.2.1999/13

Bilaga 1

”Pientuulivoimaloiden sijoittaminen kaupunkialueella

Kaavoitusarkkitehti Juhani Hallasmaa, puh. (06) 325 1195, juhani.hallasmaa@vaasa.fi

Asian taustaa

Asiana pientuulivoimalan sijoittaminen asemakaava-alueelle tuli ajankohtaiseksi kaupungille joulukuussa 2009 jätetyn poikkeamislupahakemuksen johdosta. Hankkeena pientuulivoimalan kaltaisten laitteiden sijoittamisesta asuinkortteleihin tonttikohdaisesti on maankäytöllisesti ja jopa energiapolitiittisesti uusi. Asiaan ei ole otettu selkeää kantaa maankäyttö- ja rakennuslaissa tai Vaasan kaupungin rakennusjärjestyksessä. Lisäksi mahdollisuudet laitosten liittämisestä valtakunnan verkkoon vaihtelevat aluekohtaisesti eikä asiasta ole yhtenäistä käytäntöä tai asiaa koskevaa lainsäädäntöä.

MRL:n kannalta ”pienvoimala” edellyttää MRL 126 §:n mukaista toimenpidelupaa, mikäli hanke täyttää soveltuvien osin MRL 135 §:n mukaiset rakennuslupan ehdot, jotka tässä tapauksessa ovat:

- 1) rakennushanke on voimassa olevan asemakaavan mukainen;*
- 2) rakentaminen täyttää sille 117 §:ssä säädettyt sekä muut tämän lain mukaiset tai sen nojalla asetetut vaatimukset;*
- 3) rakennus (laite) soveltuu paikalle;*
- 6) rakennusta (laitetta) ei sijoiteta tai rakenneta niin, että se tarpeettomasti haittaa naapuria tai vaikeuttaa naapurikiinteistön sopivaa rakentamista.*

Vaasan kaupungin rakennusjärjestyksen, joka on tullut voimaan 19.12.2003 kannalta katsottuna kooltaan ja teholtaan pienehköjä pientuulivoimaloita voidaan arvioida 23 §:n pohjalta. Pykälässä, joka käsittelee lupamenettelyä Pihamaan vajait, rakennelmat ja laitteet -otsikon alla todetaan, että ”vajait, rakennelmat ja laitteet kuten autosuojat, varastot, puutarhamajat, kasvihuoneet, grillikatokset, savustuskatokset, kesäkeittiöt, maakellarit, jätekatokset ja -aitaukset, antennit ja muut vastaavat on sijoitettava kiinteistölle siten, etteivät ne aiheuta tarpeetonta haittaa naapurille eivätkä rumenna ympäristöä.

Kiinteät rakennelmat ja laitteet on sijoitettava vähintään rakennelman tai laitteen korkeuden osoittaman mitan etäisyydelle naapuritontin rajasta. Rakennelman sijoittaminen edellä mainittua lähemmäksi edellyttää naapuritontin omistajan tai haltijan suostumusta”.

Koska pientuulivoimaloiden tonttikohdaisesta sijoittamisesta asemakaavoitetulle kaupunkialueelle ei ole selkeitä ennakkopäätöksiä eikä voimassa olevissa asemakaavoissa ole otettu kantaa niiden soveltuvuuteen asuntoalueille, voidaan hankkeiden yleisesti ottaen edellyttävän poikkeamislupamenettelyä. Poikkeamislupan kautta voidaan aluekohtaisesti tarkemmin määritellä hankkeen osalta mahdollista sijoittamista koskevat ehdot. Samalla voidaan paremmin turvata myöskin muiden asukkaiden sekä viranomaisten kuuleminen riittävässä laajuudessa.

Kaupunkisuunnittelu/kaavoitustoiminto pyysi poikkeamislupahakemuksen ja yleisten suunnitteluohjeiden johdosta lausunnot kaikilta asemakaava-alueiden asukas- ja pienkiinteistöyhdistyksiltä sekä EPOELY:ltä, Vaasan Sähköverkko Oy:ltä, rakennusvalvonnalta ja katutoimelta.

Asiasta antoivat lausunnon Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Vaasan Sähköverkko Oy, Isolahti-Seura-Storvikens Föreningen ry, Pappilanmäen Omakotiyhdistys ry, Pohjois-Ristinummen Pienkiinteistöyhdistys, Suvilahti-Seura-Sunnanvik-föreningen ry, Hietalahden Pienkiinteistöyhdistys ry ja Pienkiinteistöyhdistys Teeri-kiila ry.

Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus toteaa lausunnossaan, että Vaasan rakennusjärjestyksen mukaan varsinaiselle rakentamistoimenpiteelle tulee hakea toimenpidelupaa,

mutta koska asemakaavassa ei ole huomioitu kyseisen kaltaisia rakenteita/laitteita, tulee sen sijoittamiselle hakea myös poikkeamista asemakaavasta. Poikkeamisen yhteydessä tulee kuulla hankkeen naapureita eikä rakentamisesta saa aiheutua merkittäviä ympäristövaikutuksia melun tai kaupunkikuvan suhteen.

Koska hanke on Vaasan ensimmäinen pientuulivoimalahanke kaavoitetulla alueella, tulisi lupamenettelyn yhteydessä luoda/selvittää kyseisille laitteille yhtenäiset kehittämisperiaatteet, joiden pohjalta lupamenettely voidaan jatkossa toteuttaa.

Yhteenveto lausunnoista

Vaasan Sähköverkko Oy:llä ei ole huomautettavaa varsinaisen poikkeamislupahakemuksen osalta, mutta Vaasan alueella laitoksen liittäminen yleiseen sähköverkkoon on Vaasan Sähkön mukaan kielletty. Mikäli sähköä ei voida siirtää valtakunnan verkkoon, pienvoimala toimii kiinteistökohtaisena suljettuna järjestelmänä, jossa ylijäämänsähkö varastoidaan akkuihin ja johdetaan jännitteenmuuntimen kautta muusta sähköjärjestelmästä erilliseen sisäverkkoon.

Isolahti-Seura-Storviken Föreningen ry katsoo, että yhtenäisinä säilyneillä pientaloalueilla laitos on poikkeava rakennelma, jolla saattaa olla maisemaan, meluun, linnustoon liittyviä haittoja. Energiansäästötoimiin liittyen hankkeelle voitaisiin myöntää määräaikainen poikkeamislupa.

Pappilanmäen Omakotiyhdistys ry:n lausunnossa pidettiin tarpeellisena, että ennakkotapauksen kaltaista asiaa käsitellään laajasti ja selvitetään mahdollisuuksia myös vaihtoehtoisille pientuulivoimalaratkaisuille esimerkiksi pystyakselisille malleille, jotka sopisivat paremmin kaava-alueille. Kyseisten hankkeiden osalta kaupungilla tulisi olla johdonmukainen linja sijoituslupia myöntäessä.

Pohjois-Ristinummen Pienkiinteistöyhdistys suhtautui kielteisesti pientuulivoimaloiden sijoittamiseen asemakaava-alueille ja edellyttää, että mahdollisten lupien osalta tulisi kuulla naapurien lisäksi myös muita, joiden asumismukavuuteen, maisemaan tms. asiaan ratkaisu saattaa vaikuttaa.

Suvilahti-Seura-Sunnanvik-föreningen ry katsoi yleisesti ottaen, ettei pientuulivoimaloiden sijoittaminen keskelle asuinrakennusten korttelialueita ole esteettisesti tai muilta osin hyvä ratkaisu. Mutta mikäli em. haitat voidaan minimoida, ei rakentamiselle ole periaatteellista estettä. Kyseisen hankkeen osalta seura katsoi laitoksen olevan korkeuteensa nähden liian lähellä naapureita.

Hietalahden Pienkiinteistöyhdistys ry toteaa lausunnossaan yleisesti, että pientuulivoimalat ovat ekologinen vaihtoehto, joka ei kuitenkaan sovi tiheästi rakennetulle ja rakennuskannaltaan arvokkaalle alueelle. Uusilla asuntoalueilla ne voidaan tarvittaessa kuitenkin ottaa jo suunnittelussa huomioon. Lupamenettelyn osalta todetaan, että pientuulivoimalan sijoittamiselle asuntoalueelle täytyisi saada suostumus lähinaapureilta sekä niiltä naapureilta, joihin asia vaikuttaa.

Pienkiinteistöyhdistys Teeri-kiila ry toteaa lausunnossaan, että vaihtoehtoiset energiamuodot ja niiden erilaiset laitetarpeet tulevat lisääntymään rakennetuilla alueilla ja niiden toteutusta varten tulisi laatia yhtenäiset ohjeet. Yhdistys suhtautuu myönteisesti hajautettuihin energiaratkaisuihin, mutta niiden sijoittamisessa tulisi ottaa huomioon tiivis omakotiasuminen ja suositaan ratkaisuja, jotka vähiten aiheuttavat haittaa asumiselle rakenteiden, koon, melun ja muiden viihtyvyyteen vaikuttavien seikkojen osalta.

Annettuihin lausuntoihin sekä rakentamista koskeviin yleisiin sääntöihin ja määräyksiin viitaten kaupunuissuunnittelu/kaavoitustoiminto esittää pientuulivoimaloiden sijoittamisen osalta noudatettavaksi seuraavaa yleistä käytäntöä:

- *Pientuulivoimalan aiheuttama melu ei saa missään olosuhteissa ylittää 50 dB naapurin vastaisella rajalla (ohjearvo yöaikaiselle melulle asuntoalueilla).*

- *Pientuulivoimala tulee sijoittaa niin, että etäisyys naapurin, katu- tai puistoalueen rajaan on vähintään yhtä suuri kuin rakenteen kokonaiskorkeus (korkeus maasta roottorin siiven yläkuolo kohtaan), joka saa kuitenkin olla korkeintaan 25 metriä (rakennuskorkeus ei lentokenttien/kopterikenttien laskeutumisalueiden ulkopuolella edellytä ilmailuviranomaisen lupaa/lausuntoa).*
- *Roottorin siivenkärjen korkeus maatasosta tulee olla vähintään neljä metriä, elleivät maasto tai muut olosuhteet edellytä korkeampaa asennusta (riittävä turvakorkeus pihatoimintojen, huoltoajon ja pelastusteiden kannalta).*
- *Mahdolliset harus- sekä muut mastorakenteet tulee sijoittaa tontille siten, etteivät ne häiritse tontin normaalia käyttöä.*
- *Mikäli pientuulivoimaloista tai vastaavista laitteista ei ole asemakaavassa erityistä määräystä ja mikäli tonttia/rakennusta ei koske suojelu- tai muu erityismääräys, joka rajoittaa alueen käyttöä, saa alle kaksi metriä korkeat pystyakseliset (Savonius-tyyppiset tuulivoimalat) tai roottorihalkaisijaltaan alle metrin vaaka-akseliset ”pientuulimyllyt” sijoittaa tontille rakennuslupamenettelyn mukaisella toimenpideluvalla vähäisenä poikkeamisena asemakaavasta.*
- *Ellei asemakaavassa toisin määrätä tulee yli kaksimetrisiä pystyakselisia ja roottorihalkaisijaltaan yli metrisiä vaaka-akselisia pientuulivoimaloita varten hakea poikkeamista asemakaavasta. Mahdollisessa poikkeamisessa tulee erityisesti huomioida alueen/rakennuspaikan väljyys, kaupunkikuva ja naapurien oikeudet sekä sijoituspaikan soveltuvuus tuuliolosuhteiden kannalta kyseiseen käyttöön.*
- *5 kW:n tai sitä suuremmat pientuulivoimalat tai vastaavan tehoiset voimalaryhmät saa rakentaa asemakaava-alueella vain, jos siitä on asemakaavassa erityinen määräys tai merkintä.*
- *Asemakaava-alueen ulkopuolella saa teholtaan alle 5 kW ja mastokorkeudeltaan alle 25 metriä korkean pientuulivoimalan sijoittaa rakennuslupamenettelyn mukaisella toimenpideluvalla, ellei toimenpiteestä voida katsoa aiheutuvan häiritsevän naapuristolle, maisemalle, rakennetulle ympäristölle tai ellei laitoksesta katsota aiheutuvan mahdollista turvallisuusriskiä.*

Pientuulivoimalat ja muut vaihtoehtoiset energiamuodot, joilla on maankäytöllisiä vaikutuksia tulisi jatkossa huomioida nykyistä paremmin uusissa asemakaavoissa ja/tai kaupungin rakennusjärjestyksessä, jossa tulisi määritellä tarkemmin, millä edellytyksellä laitteita voidaan tonteille mahdollisesti sijoittaa.

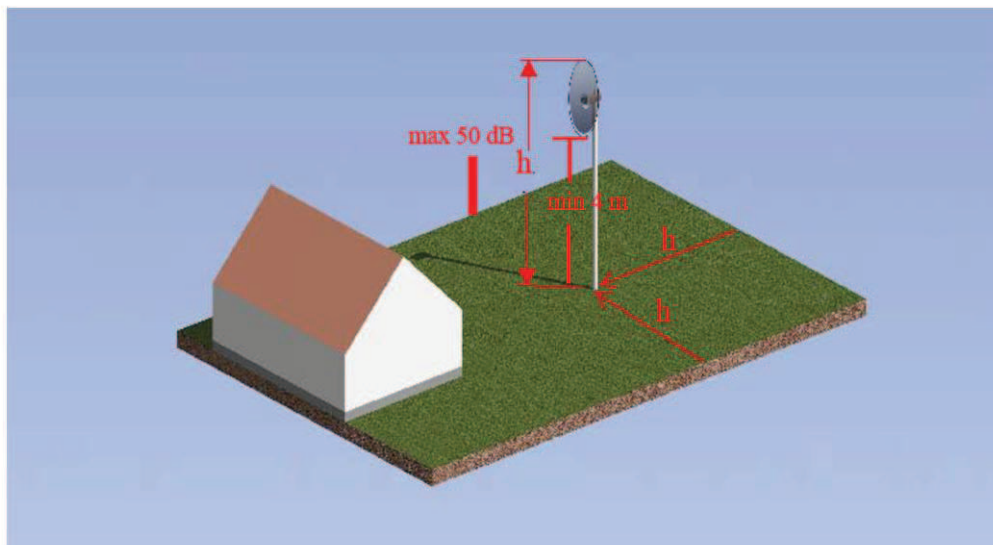
LIITE Havainnekuva ohjeesta

Kaavoituspäällikkö TI

Suunnittelujaosto pyytää esityksestä pelastuslaitoksen, Pohjanmaan hätäkeskuksen, Vaasan poliisilaitos, teknisen lautakunnan sekä rakennus- ja ympäristölautakunnan lausunnot.

Päätös: Hyväksyttiin.”

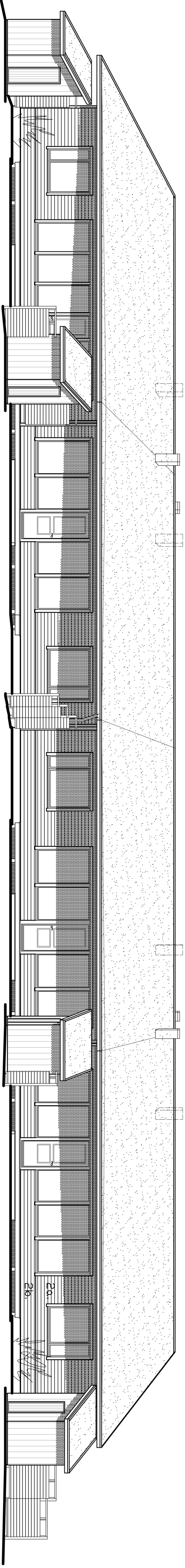
Pientuulivoimaloiden sijoittaminen kaupunkialueella



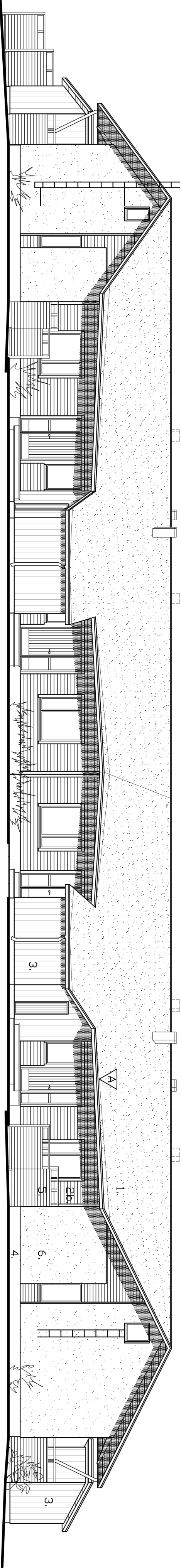
Sijoituspaikkaa koskevia yleisiä ohjeita:

- Melu ei saa missään olosuhteissa ylittää 50 dB naapurin vastaisella rajalla
- Etäisyys naapurin, katu- tai puis-toalueen rajaan vähintään yhtä suuri kuin rakenteen kokonaiskorkeus (max 25 metriä)
- Roottorin siivenkärjen korkeus maatasosta tulee olla vähintään neljä metriä, elleivät muut olosuhteet edellytä korkeampaa asennusta
- Mahdolliset harus- sekä muut mastorakenteet tulee sijoittaa tontille siten, etteivät ne haittaa tontin normaalia käyttöä.

I denna bilaga visas ritningar över Karperö-Solfjädern.



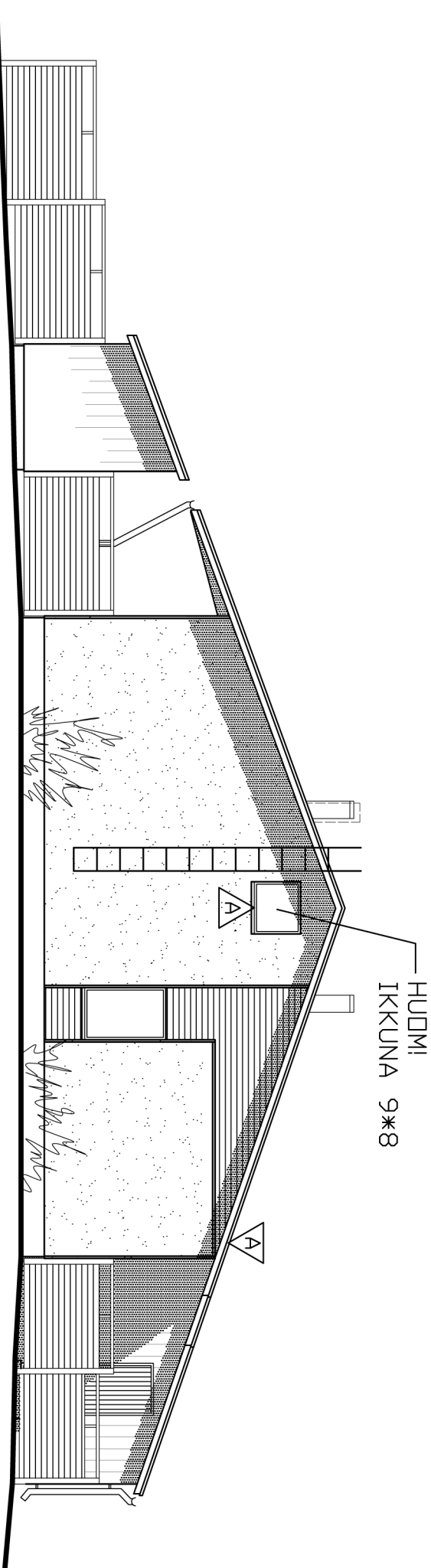
FASAD MOT NORDOST



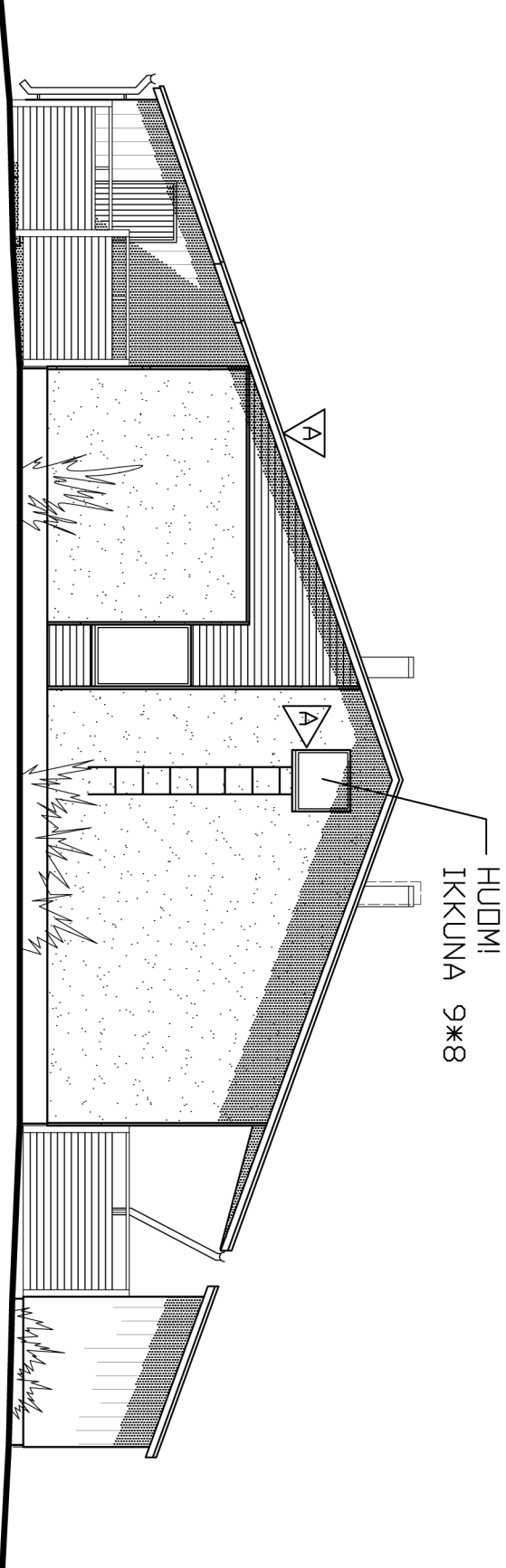
FASAD MOT SYDVAST

- A

1. Tak, filt röd
2a. Liggande panel, vit
2b. Liggande panel, brun
3. Stående panel, vit
4. Sockel, rappad grå
5. Staket, brun
6. Rappad yta, vit



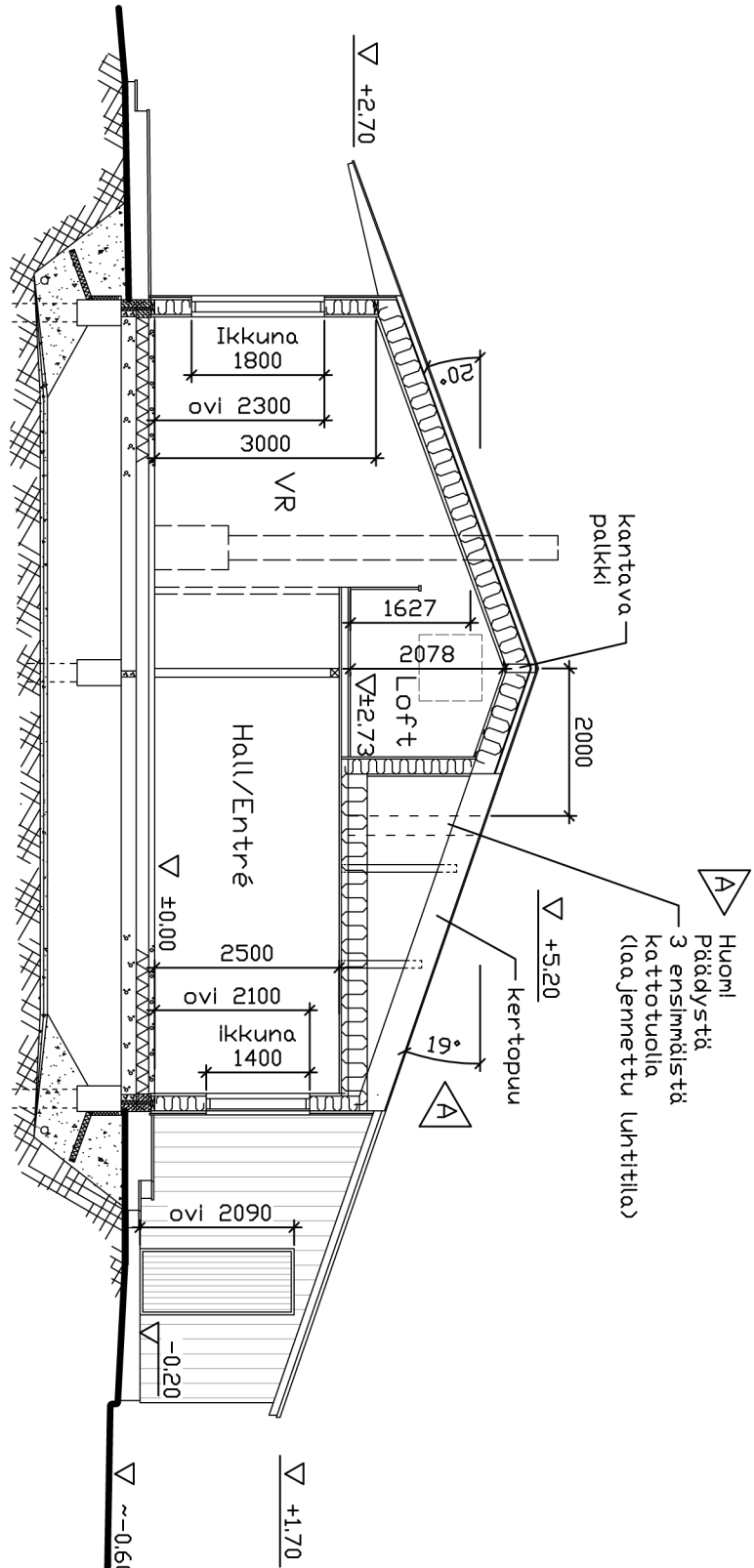
FASAD MOT SYDOST



FASAD MOT NÖR

A	Ändring av taklutning, fönsterstorlek och färgkomplettering	20.08.2008	CS
KÖSA	Körperö/Holmbock 1	KÖRTEL/ÅLA	TÖNTI/RNO 1
RAKENNUSLOHENTE		RAKENNUSLUVAN TUNNIS	JUOKS.No
NÄBYGGNAD		HUVUDRITNING	
RAKENNUSKOHTEEN NIM JA OSOITE		PIIRUSTUKSEN SÄÄLTÖ	MITTAKAAVAT
Bost AB Solfjödern AS OY			
Holmbockidet 2			
65630 KÄRPERÖ		FASADER	1:100
SUUNNALLA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
ARK	003-07		
Ab Ingenjörsgården Mathias Smeds			
Insnöörntomisto Oy			
Ströbovågen 2b 65280 VASA			
GSM 050 557 5252			
MA Smeds			
PAVANS			
05.12.2007			
YHTIENK.			
Mathias Smeds , rit TS			

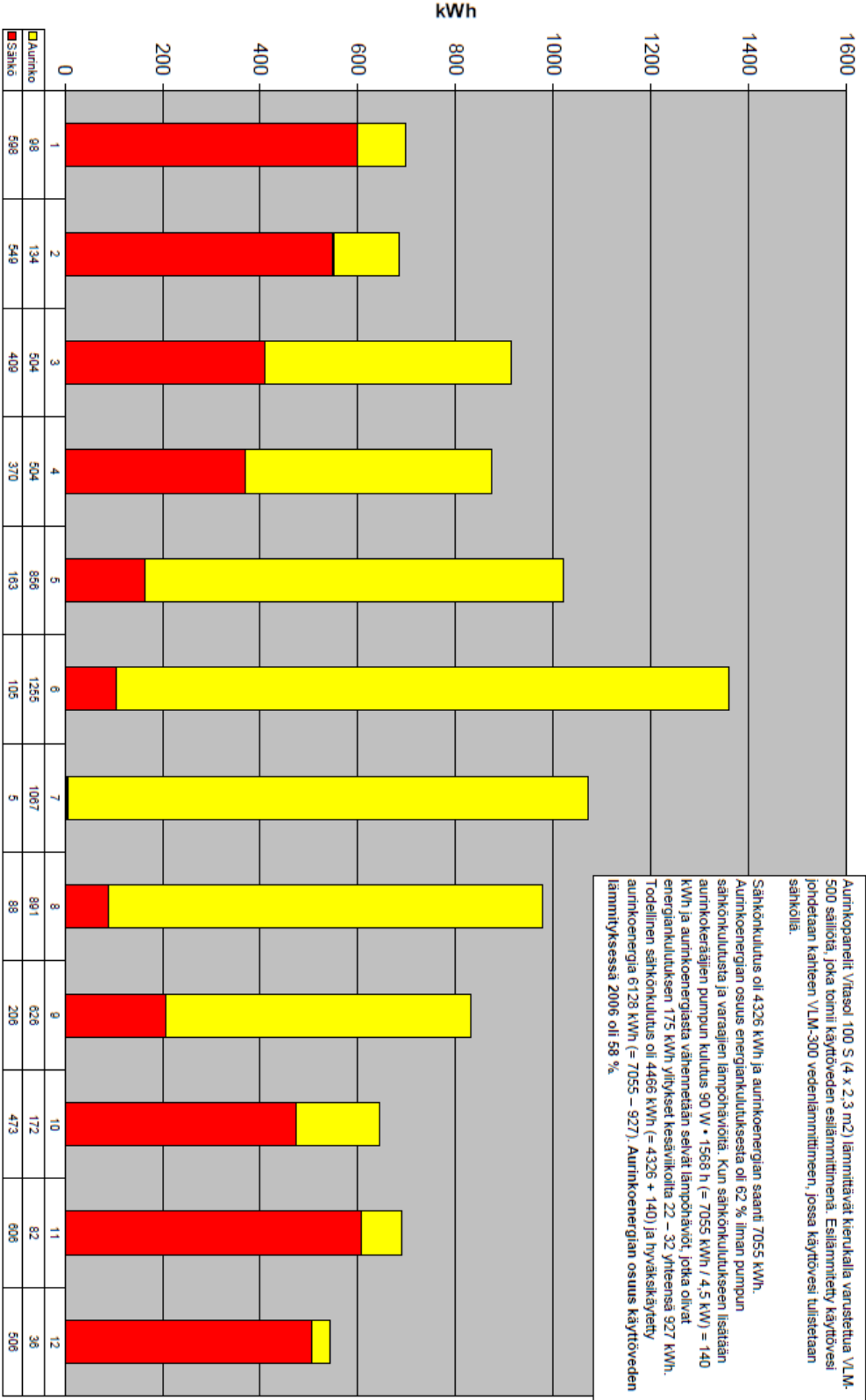
PLAN
maskinellventilation
alla lägenheter förses med brandvarnare 1/60 m2



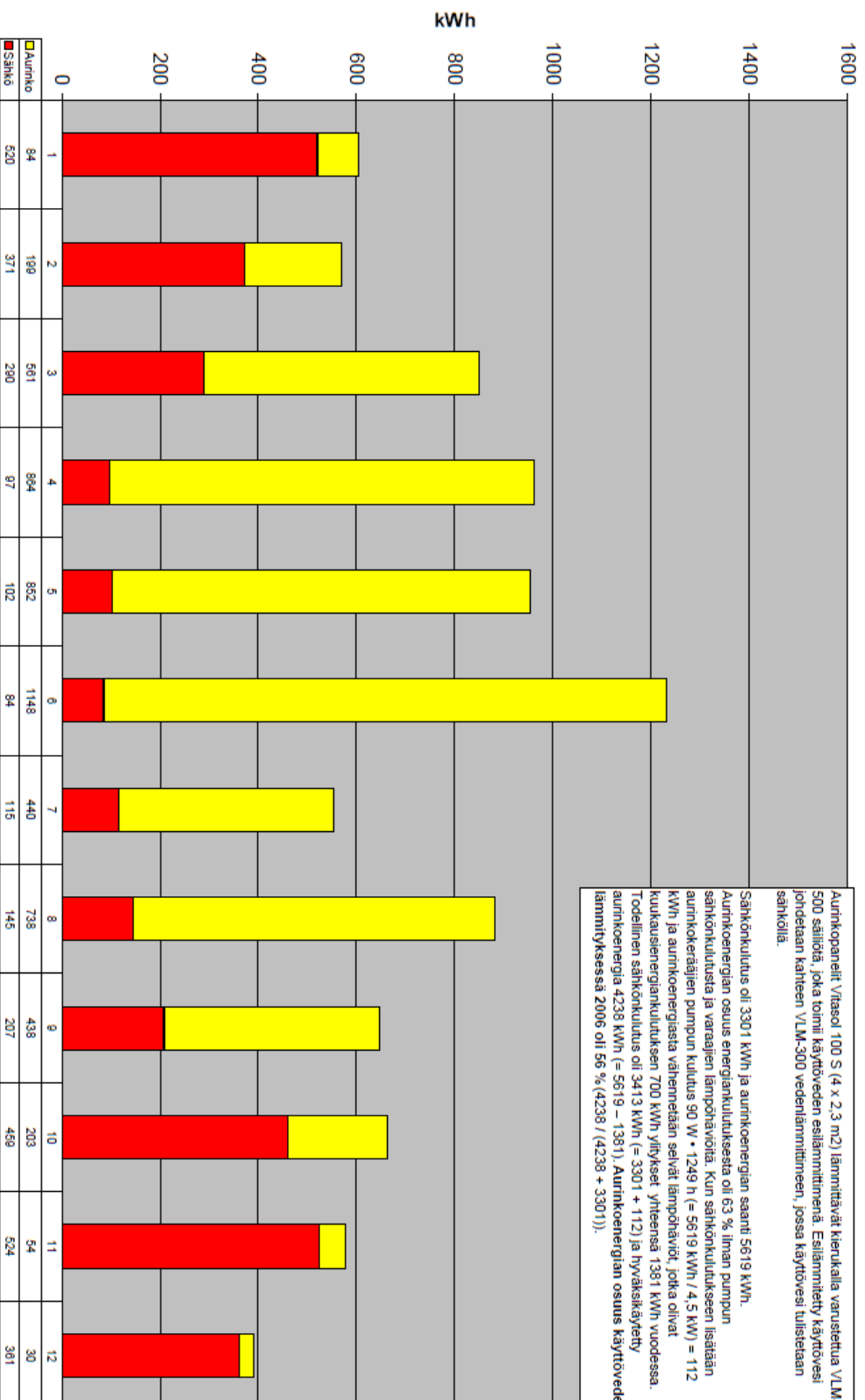
A		Ändring av takutrustning och gavelväggheternas loftstörlek		20.08.2008	CS
KOSA	KORTTEL/ALA	TONIT/RNO	RAKENNUSLUVAN TUNNIS		
Karperö/Holmback 1		1	JURKSI		
RAKENNUSLOMENDIE			HUVUDRITNING		
NBYOGNAD			MITTAKAAT		
RAKENNUSLOMENDIE			PIRISTUKSEN SÄÄTÖ		
Bost AB Solfjödern AS OY			PLAN		
Holmbacket 2			SKÄRNING		
65630 KARPERÖ			1:100		
SINKALA		TRÖ NO	PIKINO		
MUTOS					
Ab Ingenjörsgården Mathias Smeds		ARK	002-07		
Insnöörntomisto Oy		PAWAS	MATHIAS		
Strövbögen 2b 65280 VASA		05.12.2007	Mathias Smeds , rit TS		
GSM 050 557 5252					

De följande graferna visar hur mycket energi ett paket med ca 9 m² solfångare kan producera under år 2006 och 2007. Det gula på staplarna är energi producerad av solfångare, och det röda är elenergi.

A-hallin käyttöveden lämmityksen energiankulutus 2006



A-hallin käyttöveden lämmityksen energiankulutus 2007



Dessa två sidor är en rapport skriven av Bertil Brännbacka, lärare för diplomingenjörslinjen på Vasa universitet, inriktning energiteknik. Dokumentet visar hur mycket energi vindkraftverket WS-0,3B producerade under år 2006, samt hur mycket det blåste under det året.

Bertil Brännbacka, M.Sc.
Electrical Engineering
University of Vaasa

Wind Power Generation by WS-0.30B 2006

2008-09-17

Small vertical-axis Windside turbines of model WS-0.30B have been in use during several years at the University of Vaasa. Two of them are mounted on the roof of the library building, at 30 m height above the sea level. The electrical AC output power produced by the devices has been measured and data logged by a LabVIEW[®] based measurement equipment. The weather data by an equipment based of Davis[®].

Below is the NOAA YR2006 wind speed rapport at Vaasa.

NAME: Tritonia CITY: Vaasa (Tritonia) STATE: Finland
ELEV: 23 m LAT: 63° 06' 16" N LONG: 21° 35' 34" E

WIND SPEED (m/s)					
YR	MO	AVG.	HI	DATE	DIR
06	1	5.3	23.7	23	SSW
06	2	2.4	13.4	7	SE
06	3	3.0	23.2	19	N
06	4	3.6	17.0	23	SE
06	5	3.1	17.0	12	N
06	6	4.7	21.9	19	WSW
06	7	3.9	21.5	13	SSW
06	8	2.5	15.2	29	NE
06	9	3.9	20.6	23	SSW
06	10	3.9	22.4	27	N
06	11	5.2	55.0	1	SE
06	12	6.6	27.7	11	SSW
		4.0	55.0	NOV	SSW

The total produced AC energy this year (2006) was 72 kWh as is shown in Figure 1. This value is calculated from weather data 2006

Year 2006 the Mean wind speed was 4.0 m/s and the Mode was 4 in the 10 min average value from totally 52191 measure points in the local Davis data bank.

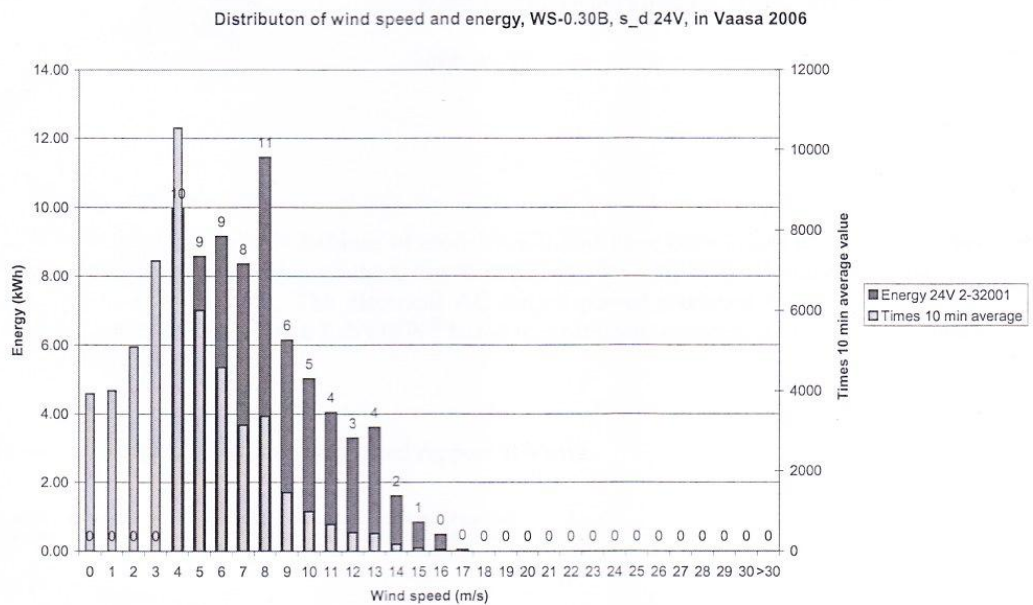


Figure 1. Distribution of wind speed and power generation with a WS-0.30B device year 2006 at University of Vaasa

So the total power generation per square meter is: 240 kWh/a/m².

Bertil Brännbacka

Bertil Brännbacka

University of Vaasa

Date: 21.2.2011

VAASAN YLIOPISTO
Sähkötekniikka
PL 700
65101 VAASA

Top 25 medel vind hastighet
för hela året i Finland

Väderstation	Land	Medelvind- hastighet knop	Medel temperatur grader Celsius	Medelvind hastighet meter/sekund
1 Hanko-Tulliniemi	Finland	14	6	7,20
2 Kallbadagrund	Finland	14	5	7,20
3 Nyhamn	Finland	14	4	7,20
4 Uto	Finland	14	7	7,20
5 Isokari	Finland	12	3	6,17
6 Pietarsaari Kallan	Finland	12	3	6,17
7 Kalajoki/Ulkokalla	Finland	12	2	6,17
8 Porvoo Emäsalo	Finland	12	4	6,17
9 Pernaja Orrengrund	Finland	12	3	6,17
10 Bagaskar	Finland	11	3	5,65
11 Kotka	Finland	10	5	5,14
12 Kumlinge	Finland	9	4	4,63
13 Helsinki-Vantaa	Finland	8	6	4,11
14 Mariehamn	Finland	8	7	4,11
15 Turun lentoasema/Turku	Finland	7	6	3,60
16 Helsinki-Malmi	Finland	7	6	3,60
17 Pori	Finland	7	6	3,60
18 Oulu	Finland	6	3	3,08
19 Vaasa	Finland	6	5	3,08
20 Kemi	Finland	6	3	3,08
21 Utti/Kouvola	Finland	6	2	3,08
22 Pyhäjärvi/Tampere	Finland	6	4	3,08
23 Kajaani/Oulujärvi/Paltaselkä	Finland	6	4	3,08
24 Lappeenranta/Saimaa	Finland	6	2	3,08
25 Nagu/Nauvo	Finland	4	6	2,06

Top 25 medel vind hastighet
för hela året i Danmark

Väderstation	Land	Medelvind- hastighet knop	Medel- temperatur grader Celsius	Medelvind- hastighet meter/sekund
1 Ekofisk Platform	Norway	19	9	9,77
2 Tyra Oest	Denmark	19	9	9,77
3 Nordseeboje 2	Germany	16	9	8,22
4 Røsnæs fyr	Denmark	15	8	7,71
5 Drogden Fyr	Denmark	15	8	7,71
6 Hirtshals	Denmark	14	10	7,20
7 Thyboron	Denmark	14	9	7,20
8 Rømø	Denmark	14	10	7,20
9 Thorsminde	Denmark	13	9	6,68
10 Hanstholm	Denmark	13	8	6,68
11 Anholt	Denmark	13	9	6,68
12 Hvide Sande	Denmark	13	10	6,68
13 Skagen	Denmark	13	9	6,68
14 Blavand	Denmark	13	9	6,68
15 Langø	Denmark	13	8	6,68
16 Kegnaes	Germany	13	10	6,68
17 Omø	Denmark	13	8	6,68
18 Havneby/Rømø	Denmark	13	9	6,68
19 Frederikshavn	Denmark	12	9	6,17
20 Griben	Denmark	12	8	6,17
21 Hesselø	Denmark	12	7	6,17
22 Hammer Odde	Denmark	12	8	6,17
23 Skagen	Denmark	12	9	6,17
24 Klitmøller	Denmark	12	12	6,17
25 Sletterhage Fyr	Denmark	11	8	5,65

HBL

Fredag 4.2.2011



BYGGNORMER

Klimatmål konkurrerar ut elvärme

Publicerad: 04/02 04:00 ›uppdaterad: 04/02 04:00

Elektricitet är en dubbelt så stor miljöbov som olja eller stenkol när energieffektivitetsnormerna för nya byggnader skrivs om. Huvudlöst och bakvänt, säger elenergibranschen.

Miljöministeriet filar på normerna för nya byggnaders energiprestanda. Klimatpolitiken förutsätter att framtidens hus är energieffektivare och att koldioxidutsläppen från boendet ska minska. Nybyggda höghuslägenheter föreslås från och med nästa år få förbruka högst 140 kilowattimmar energi per kvadratmeter och år. Den tillåtna **max förbrukningen** kallas byggnadens e-tal.

Det kan branschen acceptera, men när myndigheterna planerar att byggnadens värmesystem ska påverka dess e-tal protesterar elenergibranschen. Varje energikälla ska få en koefficient som ska styra byggandet i hållbar riktning. Ju högre koefficient desto mer måste man investera i isolering. Elvärme föreslås få en dubbelt så hög koefficient som fossila bränslen.

– Det är huvudlöst om målet är att spara energi och minska på koldioxidutsläppen. Alla uppvärmningssätt borde likställas, säger **Gustaf Åberg** som leder Föreningen elvärmeforum.

Han säger att ministeriet har lyssnat för mycket till VVS-branschen.

– Framtida hus behöver allt mindre energi för uppvärmning. Ändå vill man tvinga folk att installera vattenbaserade värmesystem för 20 000 euro fast man kunde få elvärme för en tusenlapp.

I Finland har direkt eluppvärmning länge beaktats som energislöseri.

Nu definieras all el, oberoende av hur den är producerad, som dubbelt så miljövidrig som olja.

– Riktigt stolligt. Över hälften av den elektricitet som produceras i Finland ger inga koldioxidutsläpp alls. Därför fungerar de här primärenergikoefficienterna inte, säger vd Olli-Heikki Kyllönen på Elentreprenörsförbundet.

Förnybara energiformer får de lägsta koefficienterna.

– Det är för att förbättra den förnybara energins konkurrenskraft. Det finns många som menar att vi borde göra oss av med direkt eluppvärmning och olja, säger bostadsminister **Jan Vapaavuori** (Saml).

Överingenjör **Pekka Kalliomäki** på Miljöministeriet säger att koefficienterna behövs för att jämföra olika energiformer.

– Olja och ved är energikällor som måste förbrännas medan el och fjärrvärme är slutprodukter som inte kommit till av sig själva. Därför är de inte direkt jämförbara.

Elbranschen säger att koefficienterna skapar orättvis konkurrens. Elvärmen riskerar att slås ut. Kalliomäki tror inte på den hotbilden när man kopplar elen till en värmepump som är effektivare än en oljepanna.

– Värmepumpens verkningsgrad gör elen till ett riktigt attraktivt alternativ.

Vapaavuori gör ingen hemlighet av intentionen att minska på bostädernas elbehov för värme.

– Vid köldknäppar skjuter elförbrukningen i höjden. Det ligger en viss visdom i att undvika att boendet kräver mera el just då det övriga landet behöver den, säger ministern.

Egentligen skulle regeringen ha godkänt förordningen till årsskiftet men Vapaavuori tog tidsfrist när det mötte massiv kritik från branschen. Han motiverar det med god förvaltningssed, men Olli-Heikki Kyllönen uppmanar ministern att blåsa av spelet och börja om från början.

– Det känns som om den här reformen var 20 år gammal. EU kommer ändå med striktare krav på energiprestanda 2019. Det här förslaget ger alla andra värmekällor en temporär och konstgjord konkurrensfördel.

Kritikerna kräver att byggbestämmelserna ska definieras i en lag i stället för en förordning. Det förutsätter bredare beredning och mer tid. Här har Vapaavuori rådfrågat både Lauri Tarasti och Justitieministeriet.

– Jag har all orsak att anta att vi inte behöver ta till lagstiftning. Vi siktar på att ha förordningen klar i februari–mars. Behövs det en lag blir det lite bråttom.

Ekonomiska kalkyler för olika värmesystem i följande ordning

- Vindkraftverk WS-0,3B
- Vindkraftverk WS-4B
- Solfångare
- Luft-Luft värmepump / komfortvärmepump
- Luft-vatten värmepump
- Frånluftsvärmepump ComfortZone

Nuvärdesmetoden
vindkraftverk
WS-0,3B

Nuvärdet beräknas enligt följande formel:

$$N := f_k \cdot K^n$$

För denna formel är de enskilda variablerna:

N = nuvärdet

f_k = en kapitaliseringsfaktor

K = Kostnad eller intäkt

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

I denna formel är:

$$q = 1+r$$

r = realränta (nominell ränta - inflation)

n = antal år

Värdet på variabeln n bestäms utifrån drifttiden för investeringen.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$r := 5\%$$

$$q := 1 + r$$

$$n := 25$$

n väljs till 25 år. Utgående från texten under "Vindkraftverk" har vindkraftverk en teknisk livslängd på ca 25 år.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$f_k = 14.094$$

Värdet på "kostnad eller intäkt" bestäms nedanför:

Ett vindkraftverk för ett småhus eller lägenheter bör vara mellan 2 och 10 kW. Ett 2kW kraftverk placerat på en väldigt blåsig plats kan producera ca hälften av energibehovet för lampor och elapparater. Ett större kraftverk, mellan 4 och 10 kW kan producera alla behövlig energi för belysning, elapparater samt en betydande del av värmebehovet. Detta enligt Motiva.fi-omaa tuulienergiaa.

Kostnaden för elektricitet antas vara 5,85 c/kWh för el överföring och 3,08 c/kWh för elenergi, samt elskatt 2,095 c/kWh, vilket ger ett totalpris på 11,03 cent/kWh. Dessa priser kommer från Vasa elektriskas prislista, och gäller för "Allmän el". Dessa priser är priserna i dagsläget. Det är i dagsläget helt omöjligt att förutspå hur elpriserna utvecklas de närmaste 25 åren, men många tecken tyder ändå på att priserna går uppåt. Investeringskostnaden för detta kraftverk är oklart, men då nuvärdet av nettointäkten är såpass lågt, är det inte i praktiken möjligt att få detta alternativ ekonomiskt lönsamt, oberoende av investeringskostnaden.

Investeringskostnad := 1000 €

ElPris := 11.03 c/kWh

EnergiProducering := 72 kWh

Mängden producerad energi kommer från bilaga 5, som är en rapport över ett vindkraftverk av önskad typ, som har producerat elektricitet på taket av Vasa Universitet under hela år 2006. Denna energimängd är den mängd kraftverket i sig kan producera, till detta kommer ett bortfall på ca 50 %, enligt Bertil Brännbacka, då energi skall köras över till elnätet, detta kommer dock inte att beaktas i dessa beräkningar. I praktiken skulle det då betyda att man på årsnivå skulle få ca 36 kWh användbar energi från detta vindkraftverk.

ÅrligaIntäkter := EnergiProducering · ElPri:

ÅrligaIntäkter = 794 c

€ := $\frac{\text{ÅrligaIntäkter}}{100}$

€ = 7.942 €

€ anger den årliga "inkomsten" som vindkraftverket producerar, det vill säga, vad motsvarande mängd skulle kosta att köpa från till exempel Vasa Elektriska.

Drifts- och underhållskostnaderna kan anses vara mycket låga, då "bränslet" är gratis och då den tekniska livslängden är så lång, kan man anta att vindkraftverken tillverkas väldigt kraftigt med få delar som behöver underhåll. Räknar i detta exempel med 1,5 cent per producerad kWh som drifts- och underhållskostnad. Summan är hämtad från en slutrapport skriven av Cecilia Åkerblom och David Lindgran för Ramböll Sverige AB. Titeln på rapporten är "Förnybara energikällor i praktiken"

$$\text{Utgifter} := 1.1 \quad \text{€}$$

$$\underline{K} := \text{€} - \text{Utgifter}$$

$$K = 6.842 \quad \text{€}$$

$$\underline{N} := f_k \cdot K \quad f_k = 14.094$$

$$N = 96.425 \quad \text{€}$$

Vinsten på 25 år blir nuvärdet av nettointäkten minus investeringskostnaden:

$$V_{25} := N - \text{Investeringskostnad}$$

$$V_{25} = -903.57 \quad \text{€}$$

V.25 anger "vinsten" på 25 år

$$\text{Lönsamhet} := \begin{cases} \text{"lönsam"} & \text{if } V_{25} > 0 \\ \text{"icke lönsam"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Lönsamhet} = \text{"icke lönsam"}$$

Pay off-metoden

Med denna kalkylmetod beräknar man hur lång återbetalningstid en investering har. Det vill säga, hur länge det tar att få tillbaka pengarna som har investerats. Nackdelen med metoden är dess enkelhet, här beaktas inga räntekostnader eller vare sig tekniska eller ekonomiska livslängder. Syftet med kalkylen kan ses som ett snabbt och begripligt sätt att marknadsföra en produkt.

Återbetalningstiden T , beräknas enligt följande formel:

$$T := \frac{\text{Investering}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt}}{\text{år}} \right)}$$

Investering := Investeringskostnad

Investering = 1000

Nettointäkt := €

€ = 7.942 €

år := 1

$$T := \frac{\text{Investering}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt}}{\text{år}} \right)}$$

$T = 125.919$ år

Då återbetalningstiden är längre än den tekniska livslängden för vindkraftverket, betyder det att kraftverket måste bytas ut efter 25 år. Detta leder till en ny investeringskostnad, vars storlek är mycket svår att uppskatta i dagsläget. Min personliga gissning är att priset för dessa små vindkraftverk har sjunkit, och effekten ökat, men för detta kraftverk, i dagsläget, som producerar energi för ca 8 € per år, minus bortfallet för överföring till elnätet, finns det ingen ekonomisk grund för installation av denna typ av vindkraftverk i Solf-Solfjädern.

Wizelius Tore (2002) sid 285-286

Diskussion med bankdirektör Rurik Löfroos från Andelsbanken Raseborg

www.Windside.com

Nuvärdesmetoden vindkraftverk WS-4B

Nuvärdet beräknas enligt följande formel:

$$N := f_k \cdot K$$

För denna formel är de enskilda variablerna:

N = nuvärdet

f_k = en kapitaliseringsfaktor

K = Kostnad eller intäkt

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

I denna formel är:

$$q = 1 + r$$

r = realränta (nominell ränta - inflation)

n = antal år

Värdet på variabeln n bestäms utifrån drifttiden för investeringen.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$r := 5\%$$

$$q := 1 + r$$

$$n := 25$$

n väljs till 25 år. Utgående från texten under "Vindkraftverk" har vindkraftverk en teknisk livslängd på ca 25 år.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$f_k = 14.094$$

Värdet på "kostnad eller intäkt" bestäms nedanför:

Ett vindkraftverk för ett småhus eller lägenheter bör vara mellan 2 och 10 kW. Ett 2kW kraftverk placerat på en väldigt blåsig plats kan producera ca hälften av energibehovet för lampor och elapparater. Ett större kraftverk, mellan 4 och 10 kW kan producera alla behövlig energi för belysning, elapparater samt en betydande del av värmebehovet.

Detta enligt Motiva.fi-omaa tuulienergiaa.

Kostnaden för elektricitet antas vara 5,85 c/kWh för el överföring och 3,08 c/kWh för elenergi, samt elskatt 2,095 c/kWh, vilket ger ett totalpris på 11,03 cent/kWh. Dessa priser kommer från Vasa elektriskas prislista, och gäller för "Allmän el". Dessa priser är priserna i dagsläget. Det är i dagsläget helt omöjligt att förutspå hur elpriserna utvecklas de närmaste 25 åren, men många tecken tyder ändå på att priserna går uppåt.

Investeringskostnaden för detta kraftverk är oklart, men då nuvärdet av nettointäkten är såpass lågt, är det inte i praktiken möjligt att få detta alternativ ekonomiskt lönsamt, oberoende av investeringskostnaden.

Investeringskostnad := 4000 €

ElPris := 11.03 c/kWh

EnergiProducering := 960 kWh

Mängden producerad energi kommer från bilaga 5, som är en rapport över ett vindkraftverk av en mindre typ, som har producerat elektricitet på taket av Vasa Universitet under hela år 2006. Då detta vindkraftverk är 4 kvadratmeter stort, ger det på årsnivå energimängden $240 \text{ kWh} \cdot 4 = 960 \text{ kWh}$. Denna energimängd är den mängd kraftverket i sig kan producera, till detta kommer ett bortfall på ca 50 %, enligt Bertil Brännbacka, då energi skall köras över till elnätet, detta kommer dock inte att beaktas i dessa beräkningar. I praktiken skulle det då betyda att man på årsnivå skulle få ca 480 kWh användbar energi från detta vindkraftverk.

ÅrligaIntäkter := EnergiProducering · ElPri:

ÅrligaIntäkter = 10589 c

€ := $\frac{\text{ÅrligaIntäkter}}{100}$

€ = 105.888

€ anger den årliga "inkomsten" som vindkraftverket producerar, det vill säga, vad motsvarande mängd skulle kosta att köpa från till exempel Vasa Elektriska. Drifts- och underhållskostnaderna kan anses vara mycket låga, då "bränslet" är gratis och då den tekniska livslängden är så lång, kan man anta att vindkraftverken tillverkas väldigt kraftigt med få delar som behöver underhåll. Räknar i detta exempel med 1,5 cent per producerad kWh som drifts- och underhållskostnad. Summan är hämtad från en slutrapport skriven av Cecilia Åkerblom och David Lindgran för Ramböll Sverige AB. Titeln på rapporten är "Förnybara energikällor i praktiken"

Utgifter := 1.5EnergiProducing

$$\frac{\text{Utgifter}}{100} = 14.4 \quad \text{€}$$

$$\text{K} := \text{€} - \frac{\text{Utgifter}}{100}$$

$$\text{K} = 91.488 \quad \text{€}$$

$$\text{N} := f_k \cdot \text{K} \qquad f_k = 14.094$$

$$\text{N} = 1289.427 \quad \text{€}$$

Vinsten på 25 år blir nuvärdet av nettointäkten minus investeringskostnaden:

$$V_{25} := \text{N} - \text{Investeringskostnad}$$

$$V_{25} = -2710.57 \quad \text{€}$$

V.25 anger "vinsten" på 25 år

$$\text{Lönsamhet} := \begin{cases} \text{"lönsam"} & \text{if } V_{25} > 0 \\ \text{"icke lönsam"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Lönsamhet} = \text{"icke lönsam"}$$

Pay off-metoden

Med denna kalkylmetod beräknar man hur lång återbetalningstid en investering har. Det vill säga, hur länge det tar att få tillbaka pengarna som har investerats. Nackdelen med metoden är dess enkelhet, här beaktas inga räntekostnader eller vare sig tekniska eller ekonomiska livslängder. Syftet med kalkylen kan ses som ett snabbt och begripligt sätt att marknadsföra en produkt.

Återbetalningstiden T, beräknas enligt följande formel:

$$T := \frac{\text{Investering}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt}}{\text{år}} \right)}$$

Investering := Investeringskostnad

Investering = 4000

Nettointäkt := €

€ = 105.888 €

år := 1

$$T := \frac{\text{Investering}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt}}{\text{år}} \right)}$$

T = 37.776 år

Då återbetalningstiden är längre än den tekniska livslängden för vindkraftverket, betyder det att kraftverket måste bytas ut efter 25 år. Detta leder till en ny investeringskostnad, vars storlek är mycket svår att uppskatta i dagsläget. Min personliga gissning är att priset för dessa små vindkraftverk har sjunkit, och effekten ökat, men för detta kraftverk, i dagsläget, som producerar energi för ca 100 € per år, minus bortfallet för överföring till elnätet, finns det ingen ekonomisk grund för installation av denna typ av vindkraftverk i Solf-Solfjädern. Till detta tillkommer dessutom konstruktionsändringar för taket på Solf-Solfjädern, då kraftverket i sig väger 700 kg.

Wizelius Tore (2002) sid 285-286

Diskussion med bankdirektör Rurik Löfroos från Andelsbanken Raseborg
www.Windside.com

Nuvärdesmetoden

Solfångare

Nuvärdet beräknas enligt följande formel:

$$N := f_k \cdot K$$

För denna formel är de enskilda variablerna:

N = nuvärdet

f_k = en kapitaliseringsfaktor

K = Kostnad eller intäkt

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

I denna formel är:

$$q = 1 + r$$

r = realränta (nominell ränta - inflation)

n = antal år

Värdet på variabeln n bestäms utifrån drifttiden för investeringen.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$r := 5\%$$

$$q := 1 + r$$

$$n := 30$$

n väljs till 30 år. Utgående från texten under "Solenergi" har solpaneler en livslängd på ca 30 år.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$f_k = 15.372$$

Värdet på "kostnad eller intäkt" bestäms nedanför:

Enligt "Bilaga 4", taget från kaukora kan ett paket med solpaneler producera 4240 kWh värmeenergi per år. Den totala investeringskostnaden antas vara 4400 €. Den årliga drifts- och underhållskostnaden antas vara ca 20 €, vilket inkluderar energikostnaden för cirkulationspumpen.

Kostnaden för elektricitet antas vara 5,85 c/kWh för el överföring och 3,08 c/kWh för elenergi, samt elskatt 2,095 c/kWh, vilket ger ett totalpris på 11,03 cent/kWh. Dessa priser kommer från Vasa elektriskas prislista, och gäller för "Allmän el". Dessa priser är priserna i dagsläget. Det är i dagsläget helt omöjligt att förutspå hur elpriserna utvecklas de närmaste 25 åren, men många tecken tyder ändå på att priserna går uppåt.

Från Motivas hemsidor kan även läsas att för ett normalt småhus behöver man ca 8 - 10 m² solfångare. Kostnaden för detta, färdigt installerat, skulle vara ca 4000 - 5000 €. Denna summa kan fås betydligt lägre genom gemensamma anskaffningar. Dessa siffror stämmer bra in på värden från Energia- ja ekologian käsikirja, av Lappalainen Markku. Se även rubriken "Solenergi" från textdelen.

$$\text{Investeringskostnad} := 4400 \quad \text{€}$$

$$\text{ElPris} := 11.03 \quad \text{c/kWh}$$

$$\text{VarmvattenProducering} := 4240 \quad \text{kWh}$$

$$\text{ÅrligaIntäkter} := \text{VarmvattenProducering} \cdot \text{ElPris}$$

$$\text{ÅrligaIntäkter} = 46767.2 \quad \text{c}$$

$$\text{€} := \frac{\text{ÅrligaIntäkter}}{100}$$

$$\text{€} = 467.672 \quad \text{€}$$

€ anger den årliga "inkomsten" som solfångarna producerar per år. Det vill säga vad det skulle kosta att köpa motsvarande energimängd direkt från Vasa Elektriska. Vilket skulle vara alternativet utan solpaneler.

$$\text{Utgifter} := 20$$

$$\text{K} := \text{€} - \text{Utgifter}$$

$$\text{K} = 447.672 \quad \text{€}$$

$$\text{N} := f_k \cdot \text{K} \quad f_k = 15.372$$

$$\text{N} = 6881.816 \quad \text{€}$$

Vinsten på 30 år blir nuvärdet av nettointäkten minus investeringskostnaden:

$$\text{V}_{30} := \text{N} - \text{Investeringskostnad}$$

$$\text{V}_{30} = 2481.816 \quad \text{€}$$

V₃₀ anger "vinsten" på 30 år

$$\text{Lönsamhet} := \begin{cases} \text{"lönsam"} & \text{if } V_{30} > 0 \\ \text{"icke lönsam"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Lönsamhet = "lönsam"

Pay off-metoden

Med hjälp av denna metod beräknar man hur lång återbetalningstid en investering har. Det vill säga, hur länge det tar att få tillbaka pengarna som har investerats.

Återbetalningstiden T, beräknas enligt följande formel:

$$T := \frac{\text{Investeringskostnad}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt}}{\text{år}} \right)}$$

Investeringskostnad := Investeringskostnad

Nettointäkt := €

år := 1

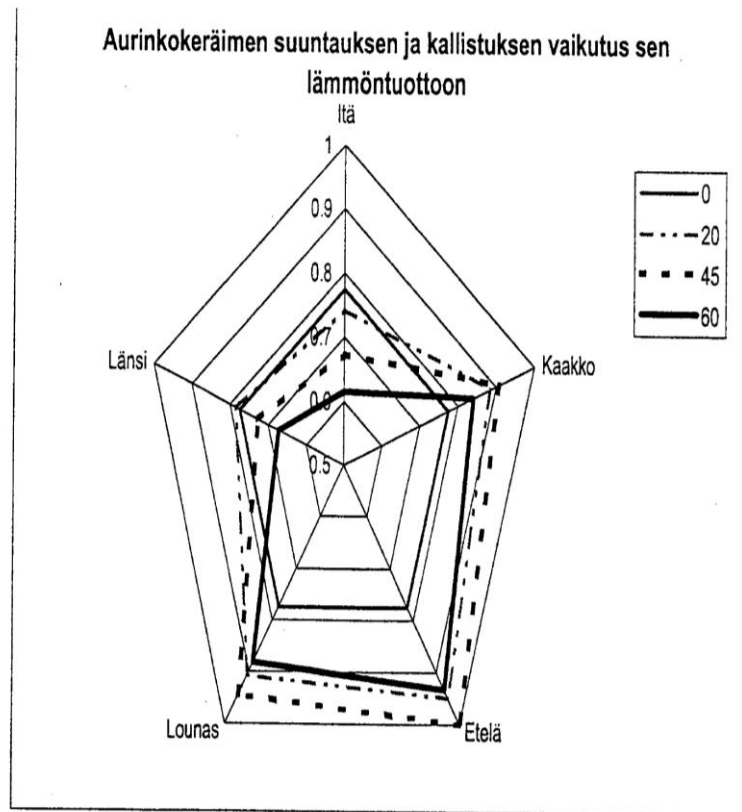
$$T := \frac{\text{Investeringskostnad}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt}}{\text{år}} \right)}$$

T = 9.408 år

Wizelius Tore (2002) sid 285-286

Diskussion med bankdirektör Rurik Löfroos från Andelsbanken Raseborg

För solfångaren är det av ytterst vikt att de är placerade på en väldigt solig plats, samt vinklade rätt. Dessa faktorer påverkar energiproduceringen väsentligt. Dessutom bör de inte skuggas av t.ex. höga träd eller andra byggnader. Följande bild är hämtad från Kaukora och beskriver hur placeringen och vinklingen av solfångarna påverkar energiproduktionen.



Kuva 5. Aurinkokeräimen suuntauksen ja kallistuskulman vaikutus vuosittaiseen lämmön tuottoon. 1=paras tuotto

Ur bilden kan ses att det är ytterst viktigt att solfångarna är riktade mot söder, samt att de inte ligger helt vågrätt, utan hellre vinklade uppåt.

Nuvärdesmetoden Luft-luft värmepump

Nuvärdet beräknas enligt följande formel:

$$N := f_k \cdot K$$

För denna formel är de enskilda variablerna:

N = nuvärdet

f_k = en kapitaliseringsfaktor

K = Kostnad eller intäkt

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

I denna formel är:

$$q = 1 + r$$

r = realränta (nominell ränta - inflation)

n = antal år

Värdet på variabeln n bestäms utifrån drifttiden för investeringen.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$r := 5\%$$

$$q := 1 + r$$

$$n := 7$$

n väljs till 7 år med stöd från www.energi-kontorsydost.se, samt gadsat.fi

Många tillverkare har fem års garantitid på kompressorn, men ingen garanti på resten av delarna. Att uppskatta någon exakt livslängd är mycket svårt, då denna typ av värmepumpar har börjat massproduceras, och kvaliteten varierar mycket.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$f_k = 5.786$$

Värdet på "kostnad eller intäkt" bestäms nedanför:

I denna beräkning kommer tekniska data att tas från produkten Carrier Platinum 6,8kW. Denna är för en boendeyta mellan 80 och 160 m². Modellen mindre är för areor mellan 60 och 110 m², vilket betyder att då lägenheterna är runt 100 m², kan den ses som något underdimensionerad.

Kostnaden för elektricitet antas vara 5,85 c/kWh för el överföring och 3,08 c/kWh för elenergi, samt elskatt 2,095 c/kWh, vilket ger ett totalpris på 11,03 cent/kWh. Dessa priser kommer från Vasa elektriskas prislista, och gäller för "Allmän el". Dessa priser är priserna i dagsläget. Det är i dagsläget helt omöjligt att förutspå hur elpriserna utvecklas de närmaste 25 åren, men många tecken tyder ändå på att priserna går uppåt. I beräkningarna används dagens elpriser.

Värmepumpssystem		Storlek	25	35
Nominell kyleffekt		kW	2,5	3,5
Minimal kyleffekt		kW	1,1	0,8
Maximal kyleffekt		kW	3,0	4,0
Nominell tillförd eleffekt		W	658	1025
E.E.R.		W/W	3,80	3,41
Energiklass, värme			A	A
Energiklass, kyla			A	A
Nominell värmeeffekt		kW	3,2	4,2
Minimal värmeeffekt		kW	0,9	0,9
MAXIMAL VÄRMEEFFEKT		kW	4,7	5,7
Nominell tillförd eleffekt		W	810	1135
C.O.P. vid + 7°C		W/W	3,95	3,70
C.O.P. vid 0°/-7°/-15°C			3,22 / 3,14 / 2,59	3,01 / 2,94 / 2,43
Inomhusenhet		Modell	42NQV025H	42NQV035H
Avfuktning		l/h	1,5	2,0
Nominellt luftflöde (tim)		l/s	143	150
Ljudtrycksnivå (l/m/tim)		dB(A)	27/34/39	27/34/40
Ljudeffektnivå (l/m/tim)		dB(A)	40/47/52	40/47/53
Dimensioner (h x b x d)		mm	275 x 790 x 205	275 x 790 x 205
Vikt		kg	9	9
Kraftmatning		V-ph-Hz	220/240-1-50	220/240-1-50
Utomhusenhet		Modell	38NYV025H	38NYV035H
Kompressortyp			DC rotation	DC rotation
Maximal rörlängd		m	20	20
Maximal höjdskillnad		m	10	10
Fyllningsfri rörlängd		m	15	15
Flareanslutningar (gas - vätska)			3/8" - 1/4"	3/8" - 1/4"
Luftflöde		m ³ /h	1800	2250
Ljudtrycksnivå	Kyla	dB(A)	46	48
Ljudeffektnivå	Kyla	dB(A)	59	61
Dimensioner (h x l x d)		mm	550 x 780 x 290	550 x 780 x 290
Vikt		kg	35	35
Maximal driftsström		A	8,1	12,6
Kraftmatning		V-ph-Hz	220/240-1-50	220/240-1-50
Driftsområde (min/max)	Kyla	°C	-10 - 46	-10 - 46
Driftsområde (min/max)	Värmepump	°C	-15 - 24	-15 - 24

Köldmedium: R-410A

Tekniska data för Carrier Platinum 6,8 kW, hämtat från <http://www.ilmalampopumput.fi> den 02.03.2011
Värden för värmepumpssystem 35, inomhusenhet 42NQV035H och utomhusenhet 38NYV035H används.

Utifrån tidigare beräkningar behöver Solf-Solfjädern ca 7830 kWh värmeenergi per år och lägenhet. Eftersom en luft-luft värmepump endast kan värma upp luften i lägenheten, och inte bruksvattnet. Uppvärmningsbehovet skiljer sig markant från månad till månad. Nedan är en tabell urklippt ur DOF-Energia. Tabellen visar energiförbrukningen för uppvärmning (Qlämmitys) samt för bruksvattnet (Qlqv). Dessa värden är totalt för hela huset, vilket betyder att de enskilda lägenheternas energibehov fås då dessa värden divideras med antalet lägenheter, vilket i detta fall är sex.

Lämmitysenergian kulutus yhteensä (Qlämmitys)

Solf-Solfjädern				
Kuukausi:	Qlämmitys, tilat:	Qlqv:	QLP/eLP: Qlämmitys:	
Tammikuu	9177 kWh	2789 kWh	0 kWh	11966 kWh
Helmikuu	8066 kWh	2519 kWh	0 kWh	10585 kWh
Maaliskuu	4815 kWh	2789 kWh	0 kWh	7603 kWh
Huhtikuu	3598 kWh	2699 kWh	0 kWh	6297 kWh
Toukokuu	1575 kWh	2789 kWh	0 kWh	4364 kWh
Kesäkuu	376 kWh	2699 kWh	0 kWh	3074 kWh
Heinäkuu	509 kWh	2789 kWh	0 kWh	3297 kWh
Elokuu	392 kWh	2789 kWh	0 kWh	3181 kWh
Syyskuu	1854 kWh	2699 kWh	0 kWh	4552 kWh
Lokakuu	3711 kWh	2789 kWh	0 kWh	6499 kWh
Marraskuu	5061 kWh	2699 kWh	0 kWh	7759 kWh
Joulukuu	7720 kWh	2789 kWh	0 kWh	10508 kWh
Yhteensä:	46852 kWh	32834 kWh	--	79686 kWh
Yhteensä:	79686 kWh			
Yhteensä/bm2:	122 kWh/bm2			

Luft-luftvärmepumpens COP-värde är direkt beroende av förhållandet mellan temperaturen in- och utsidan. För utetemperaturen kommer samma värden att användas som användes i DOF-Energia, vilka är månadsvisa medeltemperaturer. Dessutom anges motsvarande COP-värde för temperaturerna samt angiven/tillförd nominell effekt. På produktinformationsbladet finns endast temperaturerna 7 °C, 0 °C, -7 °C samt -15 °C för utetemperaturen, med därtill tillhörande COP-värden. Då denna beräkning inte innehåller några exakta variabler kan det anses korrekt att ange COP-värden mellan de angivna värdena som ett linjärt interpolerat värde mellan det övre och nedre värdet. På basis av de angivna COP-värdena, beräknas sedan motsvarande angivna eleffekt ut med linjär interpolering mellan de två närmaste värdena, enheten W. För sommarmånaderna kan antas att ingen uppvärmning behövs, och någon kylning kommer inte heller att beaktas i dessa beräkningar.

Denna värmepump har verkningsområde ner till -15 grader, vilket betyder att vid temperaturer under -15 grader måste en annan värmekälla användas, vilken i många fall är direkt elvärme. För elförbrukningen kommer den nominella tillförda eleffekten att användas, angiven i W. Alla värden beräknas för motsvarande avrundade hela temperaturgrad.

Månad	Angiven/Tillförd effekt	COP
Januari: -9,16 °C	3189/1135	2,81
Februari: -10,40 °C	3121/1135	2,75
Mars: -1,8 °C	3394/1135	2,99
April: 1,68 °C	3643/1135	3,21
Maj: 10,50 °C	4654/1135	4,10
Juni: 15,50 °C		
Juli: 14,20 °C		
Augusti: 15,20 °C		
September: 9,08 °C	4427/1135	3,90
Oktober: 3,37 °C	3757/1135	3,31
November: 0,81 °C	3530/1135	3,11
December: -5,25 °C	3360/1135	2,96

Investeringskostnad := 2000 € Priser hämtade från www.intermin.fi, medeltal för denna typ av pumpar, inklusive installation. Sidan är Länsi-Suomen lääninhallituksen hintavertailuja, och priset gäller Vasa.

ElPris := 11.0. c/kWh

Variabeln "Energiproducering" är den mängd energi denna värmepump kan producera på årsnivå, med beaktande av de ovan nämnda effekterna och COP-värdena. Ur DOF-Energia tas värdena för energibehovet månadsvis, per lägenhet. Detta gäller enbart för uppvärmning av rummet.

Rumsuppvärmning							
Månad		Energibehov uppvärmning		Angiven effekt		Tillförd effekt	
		kWh		kW		kW	
Januari		1530		3,19		1,14	
Februari		1344		3,12		1,14	
Mars		803		3,4		1,14	
April		600		3,64		1,14	
Maj		263		4,66		1,14	
September		309		4,43		1,14	
Oktober		619		3,76		1,14	
November		844		3,53		1,14	
December		1287		3,4		1,14	
		Energibehov för pumpen vid rumsuppvärmning					
		kWh					
Januari		546,7712					
Februari		491,0769					
Mars		269,2412					
April		187,9121					
Maj		64,33906					
September		79,51693					
Oktober		187,6755					
November		272,5666					
December		431,5235					
Total energiförbrukning för rumsuppvärmning med luft-luft värmepump							
2530,623 kWh							
Totala energibehovet för uppvärmning av rummet är:							
7596 kWh							
Beräknat med medeltemperaturer för hela året, ger detta på årsnivå ett COP-värde som är:							
3,001632							
Tyvärr räcker inte eleffekten till för uppvärmning av rummet under riktigt kalla dagar. För jämförandes skall beräknas även COP-värdet vid -19 grader celcius.							
COP=2,18							

$$\text{Energiproducering} := 7590 \quad \text{kWh}$$

$$\text{Energiförbrukning} := 2531 \quad \text{kWh}$$

Variabeln EnergiFörbrukning anger hur mycket energi värmepumpen kräver.

$$\text{EnergiUt} := 7590 \quad \text{kWh}$$

Variabeln EnergiUt anger hur mycket energi pumpen ger ut.

$$\text{ÅrligaIntäkter} := \text{Energiproducering} - \text{Energiförbrukning}$$

$$\text{ÅrligaIntäkter} = 5065 \quad \text{kWh}$$

$$\text{€} := \frac{\text{ÅrligaIntäkter} \cdot \text{ElPris}}{100}$$

$$\text{€} = 558.669$$

Variabeln € anger hur mycket skillnaden mellan producerad energi och förbrukad energi skulle kosta att köpa direkt ur elnätet.

$$\text{Utgifter} := 20$$

Variabeln "Utgifter" anger apparatens underhållskostnader per år. Driftskostnaderna är redan inräknade i variabeln "€" eftersom det i den har beaktats apparatens energiförbrukning

$$\text{K} := \text{€} - \text{Utgifter}$$

$$\text{K} = 538.669 \quad \text{€}$$

$$\text{N} := f_k \cdot \text{K} \quad f_k = 5.786$$

$$\text{N} = 3116.943 \quad \text{€}$$

Vinsten på 7 år blir nuvärdet av nettointäkten minus investeringskostnaden:

$$\text{V}_7 := \text{N} - \text{Investeringskostnad}$$

$$\text{V}_7 = 1116.943 \quad \text{€}$$

V.7 anger "vinsten" på 7 år

$$\text{Lönsamhet} := \begin{cases} \text{"lönsam"} & \text{if } \text{V}_7 > 0 \\ \text{"icke lönsam"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Lönsamhet} = \text{"lönsam"}$$

Pay off-metoden

Med hjälp av denna metod beräknar man hur lång återbetalningstid en investering har. Det vill säga, hur länge det tar att få tillbaka pengarna som har investerats.

Återbetalningstiden T, beräknas enligt följande formel:

$$T := \frac{\text{Investering}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt} - \text{Utgifter}}{\text{år}} \right)}$$

Investering := Investeringskostnad

Nettointäkt := €

år := 1

$$T := \frac{\text{Investering}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt} - \text{Utgifter}}{\text{år}} \right)}$$

T = 3.713 år

Wizelius Tore (2002) sid 285-286

Diskussion med bankdirektör Rurik Löfroos från Andelsbanken Raseborg

www.intermin.fi -Prisjämförelser

Under en kall period i januari är denna typ av pump underdimensionerad. Det är dock inte ekonomiskt försvarbart att installera en så stor värmepump att den skulle kunna värma upp huset även under de kallaste perioderna på året, då detta skulle betyda att pumpen skulle starta och stanna väldigt ofta under "normala" temperaturförhållanden. Detta skulle i sin tur slita kraftigt på pumpen, och livslängden skulle sjunka. Dessutom är en stor pump dyrare att köpa och underhålla. Nedan visas ett beräkningsexempel för en kall två-veckors period i januari. Det finns modeller av luft-luft värmepumpar som även producerar värme vid kallare utetemperaturer än -15 °C.

Lämningsenergian konsumtion tillsammans (Q_{lämnings})

Solf-Solfjäders

Kuukausi:	Q _{lämnings} , tilat:	Q _{lkv} :	QLP/eLP: Q _{lämnings} :	
Tammikuu	13355 kWh	2789 kWh	0 kWh	16143 kWh
Helmikuu	8066 kWh	2519 kWh	0 kWh	10585 kWh
Maaliskuu	4815 kWh	2789 kWh	0 kWh	7603 kWh
Huhtikuu	3598 kWh	2699 kWh	0 kWh	6297 kWh
Toukokuu	1575 kWh	2789 kWh	0 kWh	4364 kWh
Kesäkuu	376 kWh	2699 kWh	0 kWh	3074 kWh
Heinäkuu	509 kWh	2789 kWh	0 kWh	3297 kWh
Elokuu	392 kWh	2789 kWh	0 kWh	3181 kWh
Syyskuu	1854 kWh	2699 kWh	0 kWh	4552 kWh
Lokakuu	3711 kWh	2789 kWh	0 kWh	6499 kWh
Marraskuu	5061 kWh	2699 kWh	0 kWh	7759 kWh
Joulukuu	7720 kWh	2789 kWh	0 kWh	10508 kWh
Yhteensä:	51029 kWh	32834 kWh	--	83863 kWh
Yhteensä:	83863 kWh			
Yhteensä/brm2:	128 kWh/brm2			

Denna tabell, hämtad från DOF-Energia, visar energibehovet för en januarimånad då temperaturen är -19 °C under hela månaden. Återigen visar denna tabell energibehovet för hela huset. För en enskild lägenhet uppgår då energibehovet för uppvärmning av rummet till ca 2230 kWh för januarimånad. Det är inte speciellt vanligt att det är så kallt under en hel månad, och därför antas i detta exempel att perioden är två veckor lång, och energibehovet uppgår då till ca 1005 kWh. Enligt tidigare beräkningar uppgår pumpens COP-värde till 2,18 vid denna utetemperatur. Denna pump fungerar dock inte vid dessa temperaturer, men i beräkningarna antas nu att en motsvarande pump, som ännu producerar värmeenergi i dessa kalla förhållanden, har motsvarande COP-värden. Detta betyder att pumpen under dessa kalla dagar kan producera 2474 W värmeenergi. Detta för nominell tillförd eleffekt 1135 W och COP-värdet 2,18.

Under denna period har pumpen kapacitet att producera motsvarande $24\text{h} \cdot 14\text{dagar} \cdot 2,474\text{kW} = 831\text{ kWh}$ värmeenergi. Detta betyder att man behöver ett tillägg på $1005\text{ kWh} - 831\text{ kWh} = 174\text{ kWh}$ energi som tas direkt från elnätet.

Under denna period är pumpens energibehov därmed 381 kWh samt tilläggsvärme från elnätet $174\text{ kWh} = 555\text{ kWh}$.

COP-värdet blir med dessa värden $1005\text{ kWh} / 555\text{ kWh} = 1,81$

Nuvärdesmetoden luft-vatten värmepump

Nuvärdet beräknas enligt följande formel:

$$N := f_k \cdot K$$

För denna formel är de enskilda variablerna:

N = nuvärdet

f_k = en kapitaliseringsfaktor

K = Kostnad eller intäkt

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

I denna formel är:

$$q = 1 + r$$

r = realränta (nominell ränta - inflation)

n = antal år

Värdet på variabeln n bestäms utifrån drifttiden för investeringen.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$r := 5\%$$

$$q := 1 + r$$

$$n := 15$$

n väljs till 15 år.

Utifrån www.byggahus.se är livslängden ca 15 år, men kompressorn kan behöva bytas ut efter halva tiden. Väljer därför livslängden till 15 år och antar värdet 0 euro efter det.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$f_k = 10.38$$

Värdet på "kostnad eller intäkt" bestäms nedanför:

Kommer i detta räkneexempel att utgå från luft-vatten värmepumpen Nibe Split. Tekniska data kommer att hämtas från Nibes hemsida, samt även rekommenderade priser, COP-faktorer och andra relevanta variabler. Enligt tillverkarens hemsida är Nibe Split ett bra alternativ då följande variabler uppfylls:

Vattenburet golvvärmesystem, max värmebehov 9 kW, mindre än 19000 kWh/år för uppvärmning och kylning, anläggningen kan även användas till kylning, klarar bra av strömavbrott samt att man har behov av att kunna docka anläggningen med andra uppvärmningssystem, i detta fall främst solfångare.

Kostnaden för elektricitet antas vara 5,85 c/kWh för el överföring och 3,08 c/kWh för elenergi, samt elskatt 2,095 c/kWh, vilket ger ett totalpris på 11,03 cent/kWh. Dessa priser kommer från Vasa elektriskas prislista, och gäller för "Allmän el". Dessa priser är priserna i dagsläget. Det är i dagsläget helt omöjligt att förutspå hur elpriserna utvecklas de närmaste 25 åren, men många tecken tyder ändå på att priserna går uppåt. I beräkningarna används dagens elpriser.

Enligt tidigare gjorde energiberäkningar, är varje lägenhets energibehov ca 7830 kWh för uppvärmning, 5500 kWh för uppvärmning av bruksvattnet samt 4160 kWh för alla elapparater.

Uppvärmningsbehovet skiljer sig markant från månad till månad. Nedan är en tabell urklippt ur DOF-Energia. Tabellen visar energiförbrukningen för uppvärmning (Qlämmitys) samt för bruksvattnet (Qlkv). Dessa värden är totalt för hela huset, vilket betyder att de enskilda lägenheternas energibehov fås då dessa värden divideras med antalet lägenheter, vilket i detta fall är sex.

Lämmitysenergian kulutus yhteensä (Qlämmitys)

Solf-Solfjädersn				
Kuukausi:	Qlämmitys,tilat:	Qlkv:	QLP/eLP: Qlämmitys:	
Tammikuu	9177 kWh	2789 kWh	0 kWh	11966 kWh
Helmikuu	8066 kWh	2519 kWh	0 kWh	10585 kWh
Maaliskuu	4815 kWh	2789 kWh	0 kWh	7603 kWh
Huhtikuu	3598 kWh	2699 kWh	0 kWh	6297 kWh
Toukokuu	1575 kWh	2789 kWh	0 kWh	4364 kWh
Kesäkuu	376 kWh	2699 kWh	0 kWh	3074 kWh
Heinäkuu	509 kWh	2789 kWh	0 kWh	3297 kWh
Elokuu	392 kWh	2789 kWh	0 kWh	3181 kWh
Syyskuu	1854 kWh	2699 kWh	0 kWh	4552 kWh
Lokakuu	3711 kWh	2789 kWh	0 kWh	6499 kWh
Marraskuu	5061 kWh	2699 kWh	0 kWh	7759 kWh
Joulukuu	7720 kWh	2789 kWh	0 kWh	10508 kWh
Yhteensä:	46852 kWh	32834 kWh	--	79686 kWh
Yhteensä:	79686 kWh			
Yhteensä/brm2:	122 kWh/brm2			

Luft-vattenvärmepumpens COP-värde är direkt beroende av förhållandet mellan temperaturen in- och utsidan. För utetemperaturen kommer samma värden att användas som användes i DOF-Energia, vilka är månadsvisa medeltemperaturer. Dessutom anges motsvarande COP-värde för temperaturerna samt angiven/tillförd nominell effekt. Golvvärmen kommer troligtvis vara en så kallad lågvärme golvvärme, med temperaturen 35 °C. Det är dock inte bestämt i detta skede. Dessa COP-värden är beräknade enligt EN14511 och är hämtade från www.Nibe.fi. På hemsidan finns endast temperaturerna 7 °C, 2 °C, -7 °C samt -15 °C för utetemperaturen. Då denna beräkning inte innehåller några exakta variabler kan det anses korrekt att ange COP-värden mellan de angivna värdena som ett linjärt interpolerat värde mellan det övre och nedre värdet. Dessa värden gäller enbart för uppvärmning av rummet, ej för bruksvattnet. För sommarmånaderna kan antas att ingen uppvärmning behövs.

Månad	Angiven/Tillförd effekt	Angiven/tillförd max effekt	COP
Januari: -9,16 °C	5,81/2,12	7,95/2,19	2,89
Februari: -10,40 °C	5,59/2,00		2,81
Mars: -1,8 °C	6,78/2,03		3,38
April: 1,68 °C	7,21/1,99		3,66
Maj: 10,50 °C	10,5/2,2		4,84
Juni: 15,50 °C			
Juli: 14,20 °C			
Augusti: 15,20 °C			
September: 9,08 °C	10,1/2,2		4,40
Oktober: 3,37 °C	7,62/2,02		3,81
November: 0,81 °C	6,24/2,00		3,59
December: -5,25 °C	6,46/2,05		3,19

Motsvarande tabell för uppvärmning av varmvattnet med temperaturen 55 °C anges endast utetemperaturerna 7 °C och -7 °C. Se nedanstående tabell.

Uppvärmning	Temp. in/ut	Min	Nominell	Max
EN14511 ΔT5K Avgiven/tillförd effekt	7/35 °C (golv)	3,54/0,86	9,27/2,12	10,41/2,77
	2/35 °C (golv)	3,11/0,82	7,21/1,99	8,95/2,71
	-7/35 °C (golv)	3,29/1,07	6,24/2,07	8,38/1,97
	-15/35 °C (golv)	3,23/1,32	4,51/1,89	6,67/2,86
	7/45 °C	3,45/0,96	9,08/2,58	11,57/3,56
	2/45 °C	3,11/1,03	7,05/2,43	8,85/3,18
	-7/45 °C	3,14/1,40	5,84/2,42	7,94/3,43
	-15/45 °C	3,19/1,72	4,24/2,19	6,03/3,25
	7/55 °C	4,45/1,64	8,41/3,08	9,50/3,56
	-7/55 °C	3,50/1,99	4,93/2,80	6,60/3,59
COP EN14511 (enl. ovanstående)	7/35 °C	4,14	4,40	3,81
	2/35 °C (golv)	3,83	3,66	3,35
	-7/35 °C (golv)	3,09	3,05	2,86
	-15/35 °C (golv)	2,47	2,42	2,38
	7/45 °C	3,61	3,55	3,28
	2/45 °C	3,04	2,93	2,82
	-7/45 °C	2,25	2,44	2,35
	-15/45 °C	1,86	1,96	1,89
	7/55 °C	2,72	2,75	2,70
	-7/55 °C	1,77	1,78	1,87

Tabeller hämtade från produktbladet för Nibe Split.

För uppvärmning av bruksvattnet är COP-värden betydligt lägre än vid uppvärmning av rummet. Detta beror på den stora skillnaden mellan innetemperaturen och temperaturen på vattnet. På grund av att tabellen inte innefattar flera utetemperaturer än +7 °C och -7 °C, betyder det att värdena för uppvärmning av bruksvattnet inte nödvändigtvis är exakta. Kommar ändå att använda samma metod som tidigare, det vill säga, linjär interpolering, för värden utanför dessa temperaturer. COP-faktorn är interpolerad mellan COP-värdena i tabellen.

Månad	Angiven/Tillförd effekt	COP
Januari: -9,16 °C	4,43/2,76	1,64
Februari: -10,40 °C	4,18/2,74	1,57
Mars: -1,8 °C	6,17/2,90	2,13
April: 1,68 °C	7,16/2,98	2,40
Maj: 10,50 °C	9,16/3,14	2,96
Juni: 15,50 °C	10,40/3,24	3,30
Juli: 14,20 °C	10,15/3,22	3,24
Augusti: 15,20 °C	10,40/3,24	3,30
September: 9,08 °C	8,91/3,12	2,89
Oktober: 3,37 °C	7,42/3,00	2,47
November: 0,81 °C	6,92/2,96	2,33
December: -5,25 °C	5,43/2,84	1,92

Investeringskostnad := 9000 €

ElPris := 11.0 c/kWh

Variabeln "Energiproducering" är den mängd energi denna värmepump kan producera på årsnivå, med beaktande av de ovan nämnda effekterna och COP-värdena. Ur DOF-Energia tas värdena för energibehovet månadsvis, per lägenhet. Detta gäller enbart för uppvärmning av rummet.

Rumsuppvärmning						
Månad:		Energibehov uppvärmning		Angiven effekt		Tillförd effekt
		kWh		kW		kW
Januari		1530		5,81		2,12
Februari		1344		5,59		2,00
Mars		803		6,78		2,03
April		600		7,21		1,99
Maj		263		10,50		2,20
Juni						
Juli						
Augusti						
September		309		10,10		2,20
Oktober		619		7,62		2,02
November		844		6,24		2,00
December		1287		6,46		2,05
		Energibehov för pumpen vid rumsuppvärmning				
		kWh				
Januari		558,2788				
Februari		480,8587				
Mars		240,4263				
April		165,6033				
Maj		55,10476				
September		67,30693				
Oktober		164,0919				
November		270,5128				
December		408,4133				
Uppvärmning av bruksvattnet						
Månad:		Energibehov bruksvattnet		Angiven effekt		Tillförd effekt
		kWh		kW		kW
Januari		465		4,43		2,76
Februari		420		4,18		2,74
Mars		465		6,17		2,90
April		450		7,16		2,98
Maj		465		9,16		3,14
Juni		450		10,40		3,24
Juli		465		10,15		3,22
Augusti		765		10,40		3,24
September		450		8,91		3,12
Oktober		465		7,42		3,00
November		450		6,92		2,96
December		465		5,43		2,84

	Energibehov för pumpen vid uppvärmning av bruksvattnet						
	kWh						
Januari	289,7065						
Februari	275,311						
Mars	218,5575						
April	187,2905						
Maj	159,3996						
juni	140,1923						
juli	147,5172						
augusti	144,8654						
September	157,5758						
Oktober	188,0054						
November	192,4855						
December	243,2044						
Total energiförbrukning för både rumsuppvärmning och uppvärmning av bruksvattnet:							
	4754,71 kWh						
För jämförelsen skall är det totala energibehovet för uppvärmning av både rummet och bruksvattnet.							
	13074 kWh						
På årsnivå ger dessa värden ett COP-värde som är:							
	2,75						

Energiproducering := 13074 kWh

EnergiFörbrukning := 4754 kWh

Variabeln EnergiFörbrukning anger hur mycket energi värmepumpen kräver.

EnergiUt := 1334 kWh

Variabeln EnergiUt anger hur mycket energi pumpen ger ut.

ÅrligaIntäkter := Energiproducering – EnergiFörbrukning

ÅrligaIntäkter = 8319 kWh

$$\text{€} := \frac{\text{ÅrligaIntäkter} \cdot \text{ElPris}}{100}$$

€ = 917.586 €

Variabeln € anger hur mycket skillnaden mellan producerad energi och förbrukad energi skulle kosta att köpa direkt ur elnätet.

$$\text{Utgifter} := 10 \text{ €}$$

Variabeln "Utgifter" anger apparatens underhållskostnader per år. Driftskostnaderna är redan inräknade i variabeln "€" eftersom det i den har beaktats apparatens energiförbrukning

$$K := € - \text{Utgifter}$$

$$K = 817.586 \text{ €}$$

$$N := f_k \cdot K \quad f_k = 10.38$$

$$N = 8486.26 \text{ €}$$

Vinsten på 15 år blir nuvärdet av nettointäkten minus investeringskostnaden:

$$V_{15} := N - \text{Investeringskostnad}$$

$$V_{15} = -513.74 \text{ €}$$

V.15 anger "vinsten" på 15 år

$$\text{Lönsamhet} := \begin{cases} \text{"lönsam"} & \text{if } V_{15} > 0 \\ \text{"icke lönsam"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Lönsamhet} = \text{"icke lönsam"}$$

Pay off-metoden

Med hjälp av denna metod beräknar man hur lång återbetalningstid en investering har. Det vill säga, hur länge det tar att få tillbaka pengarna som har investerats.

Återbetalningstiden T, beräknas enligt följande formel:

$$T := \frac{\text{Investeringskostnad}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt} - \text{Utgifter}}{\text{år}} \right)}$$

Investeringskostnad := Investeringskostnad

Nettointäkt := €

år := 1

$$T := \frac{\text{Investeringskostnad}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt} - \text{Utgifter}}{\text{år}} \right)}$$

T = 11.008 år

www.Nibe.fi

Diskussion med bankdirektör Rurik Löfroos från Andelsbanken Raseborg

Nuvärdesmetoden

Frånluftsvärmepump

Nuvärdet beräknas enligt följande formel:

$$N := f_k \cdot K$$

För denna formel är de enskilda variablerna:

N = nuvärdet

f_k = en kapitaliseringsfaktor

K = Kostnad eller intäkt

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

I denna formel är:

$$q = 1 + r$$

r = realränta (nominell ränta - inflation)

n = antal år

Värdet på variabeln n bestäms utifrån drifttiden för investeringen.

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$r := 5\%$$

$$q := 1 + r$$

$$n := 15$$

n väljs till 15 år. Detta med stöd från www.ivt.se. Företaget ger 10 års försäkring på kompressorn och 6 års försäkring på värmepumpen. På basis av detta kan antas att pumpens tekniska livslängd är längre än garantitiden. Dessa uppgifter gäller för privatpersoner. I beräkningarna kommer underhållskostnaderna att innehålla ett kompressorbyte samt en del nya delar. Dessa antas kosta totalt 5000 €

$$f_k := \frac{q^n - 1}{r \cdot q^n}$$

$$f_k = 10.38$$

Värdet på "kostnad eller intäkt" bestäms nedanför:

I denna beräkning kommer tekniska data att tas från IVT:s ComfortZone frånluftsvärmepump. Ur tidigare beräkningar kan ses att dimensionerande luftflödet för dessa lägenheter är ca 126 m³/h. På basis av detta väljs modellen CE50 ECO som referenspump.

Teknisk fakta ComfortZone			
Modell	CE50 ECO	CE50 6,0	CE65 6,0
Drift frånluft/vatten			
Värmeeffekt W35 ¹⁾	4,8 kW	5,0 kW	6,5 kW
Värmeeffekt W50 ¹⁾	5,0 kW	5,0 kW	6,5 kW
Tillförd effekt W35 ¹⁾	1,3 kW	1,3 kW	1,7 kW
Tillförd effekt W50 ¹⁾	1,7 kW	1,7 kW	2,2 kW
Kompressor			
Typ	Scroll		
Vikt köldmedium R134a	1,05 kg	1,2 kg	1,3 kg
Värmesystem			
Nominellt flöde	0,22 l/s		
Min./max. framledningstemperatur	20/65°C		
Max. tillåtet drifttryck	2,5 bar		
Anslutning (Cu)	22 mm		
Varmvatten			
Volym accumulatortank	210 l		
Varmvattenkapacitet 40°C	280-300 l vid 12 l/min	310 l vid 12 l/min	340 l vid 12 l/min
Min./max. tillåtet drifttryck	2/10 bar		
Anslutning (koppar eller rostfritt stål)	22 mm		
Värden för elektrisk anslutning			
Elektrisk inkoppling	400V 3 N~50Hz		
Avsäkring	16 A		
Elpatron	2,5-4,5 kW	6,0 kW	
Kapslingsklass	X1		
Allmänt			
Ljudeffekt	54 dB(A)		56 dB(A)
Ventilationsanslutning	160 mm	125 mm	
Luftflöde	110-320 m³/h	150-320 m³/h	220-340 m³/h
Mått (bredd×djup×höjd)	600×620×2100 mm		
Vikt (utan förpackning)	220 kg		225 kg

¹⁾ Enligt EN 14511

Teknisk data för Comfort Zone, enligt EN 14511

Kostnaden för elektricitet antas vara 5,85 c/kWh för el överföring och 3,08 c/kWh för elenergi, samt elskatt 2,095 c/kWh, vilket ger ett totalpris på 11,03 cent/kWh. Dessa priser kommer från Vasa elektriskas prislister, och gäller för "Allmän el". Dessa priser är priserna i dagsläget. Det är i dagsläget helt omöjligt att förutspå hur elpriserna utvecklas de närmaste 25 åren, men många tecken tyder ändå på att priserna går uppåt. I beräkningarna används dagens elpriser.

Utifrån tidigare beräkningar behöver Solf-Solfjäders ca 7830 kWh värmeenergi per år och lägenhet. Denna värmepump kan värma upp både bruksvattnet och vattnet i den vattenburna golvvärmen. Värmepumpen är dimensionerad för att klara av hela husets energibehov.

Uppvärmningsbehovet skiljer sig markant från månad till månad. Nedan är en tabell urklipp ur DOF-Energia. Tabellen visar energiförbrukningen för uppvärmning (Qlämmitys) samt för bruksvattnet (Qlkv). Dessa värden är totalt för hela huset, vilket betyder att de enskilda lägenheternas energibehov fås då dessa värden divideras med antalet lägenheter, vilket i detta fall är sex.

Lämmitysenergian kulutus yhteensä (Qlämmitys)

Solf-Solfjäders				
Kuukausi:	Qlämmitys, tilat:	Qlkv:	QLP/eLP: Qlämmitys:	
Tammikuu	9177 kWh	2789 kWh	0 kWh	11966 kWh
Helmikuu	8066 kWh	2519 kWh	0 kWh	10585 kWh
Maaliskuu	4815 kWh	2789 kWh	0 kWh	7603 kWh
Huhtikuu	3598 kWh	2699 kWh	0 kWh	6297 kWh
Toukokuu	1575 kWh	2789 kWh	0 kWh	4364 kWh
Kesäkuu	376 kWh	2699 kWh	0 kWh	3074 kWh
Heinäkuu	509 kWh	2789 kWh	0 kWh	3297 kWh
Elokuu	392 kWh	2789 kWh	0 kWh	3181 kWh
Syyskuu	1854 kWh	2699 kWh	0 kWh	4552 kWh
Lokakuu	3711 kWh	2789 kWh	0 kWh	6499 kWh
Marraskuu	5061 kWh	2699 kWh	0 kWh	7759 kWh
Joulukuu	7720 kWh	2789 kWh	0 kWh	10508 kWh
Yhteensä:	46852 kWh	32834 kWh	--	79686 kWh
Yhteensä:	79686 kWh			
Yhteensä/brm2:	122 kWh/brm2			

Enligt Peter Karlsson från IVT påverkar varken luftflödet eller utomhustemperaturen de tekniska specifikationerna. Detta betyder att verkningsgraden är densamma för hela året, samt även värmeeffekten och den tillförda effekten. I tabellen ovan är W35 för framledningstemperaturen 35 °C på vattnet och W50 för framledningstemperaturen 50 °C på vattnet.

Då värmeeffekten och den tillförda effekten skiljer sig något mellan temperaturen 35 °C och 50 °C kommer det i beräkningarna att göras skillnad mellan energibehovet för vattnet i den vattenburna golvvärmen och för bruksvattnet.

På årsnivå används det ca 5500 kWh för bruksvattnet samt ca 7800 kWh för uppvärmning,

Investeringskostnad := 7800 €

Priser hämtade från www.intermin.fi, medeltal för denna typ av pumpar, inklusive installation. Sidan är Länsi-Suomen lääninhallituksen hintavertailuja, och priset gäller Vasa.

ElPris := 11.0 c/kWh

Variabeln "Energiproducering" är den mängd energi denna värmepump kan producera på årsnivå, med beaktande av de ovan nämnda effekterna och COP-värdena. Ur DOF-Energia tas värdena för energibehovet månadsvis, per lägenhet. Detta gäller enbart för uppvärmning av rummet.

ComfortZone kan kyla ner den utgående luften ända ner till -15 °C. Denna frånluftsvärmepump behöver kompletteras med antingen direkt elvärme eller t.ex. ved kamin.

Den totala värmeeffekten för denna värmepump är ca 9,5 kW, detta med kombinationen elpatron och värmeeffekt. Primärt värmen denna värmepump upp rummet, och då kapaciteten räcker används den till uppvärmning av bruksvattnet.

Detta enligt www.ilto.fi/comfort, läst 16.03.2011.

Energiutredning ComfortZone						
Värmeeffekt W35		4,8 kW				
Värmeeffekt W50		5 kW				
Tillförd effekt W35		1,3 kW				
Tillförd effekt W50		1,7 kW				
Energibehov för uppvärmning				Energibehov för bruksvattnet		
Januari	1530 kWh			Januari	465 kWh	
Februari	1344 kWh			Februari	420 kWh	
Mars	803 kWh			Mars	465 kWh	
April	600 kWh			April	450 kWh	
Maj	263 kWh			Maj	465 kWh	
September	309 kWh			Juni	450 kWh	
Oktober	619 kWh			Juli	465 kWh	
November	844 kWh			Augusti	465 kWh	
December	1287 kWh			September	450 kWh	
				Oktober	465 kWh	
				November	450 kWh	
				December	465 kWh	

$$\text{Energiproducering} := 13074 \quad \text{kWh}$$

$$\text{Energiförbrukning} := 3920 \quad \text{kWh}$$

Variabeln EnergiFörbrukning anger hur mycket energi värmepumpen kräver.

$$\text{EnergiUt} := \text{Energiproducering} = 13074 \quad \text{kWh}$$

Variabeln EnergiUt anger hur mycket energi pumpen ger ut.

$$\text{ÅrligaIntäkter} := \text{Energiproducering} - \text{Energiförbrukning}$$

$$\text{ÅrligaIntäkter} = 9154 \quad \text{kWh}$$

$$\text{€} := \frac{\text{ÅrligaIntäkter} \cdot \text{ElPris}}{100}$$

$$\text{€} = 1009.686 \quad \text{€}$$

Variabeln € anger hur mycket skillnaden mellan producerad energi och förbrukad energi skulle kosta att köpa direkt ur elnätet.

$$\text{Utgifter} := 333 \quad \text{€}$$

Variabeln "Utgifter" anger apparatens underhållskostnader per år. Driftskostnaderna är redan inräknade i variabeln "€" eftersom det i den har beaktats apparatens energiförbrukning. Då tillverkaren ger 6+10 års försäkring på frånluftsvärmepumpens olika komponenter, betyder detta i princip att underhållskostnaderna för de första 6 åren borde vara lika med 0. För de resterande sex åren antas de årliga driftskostnaderna vara högre, och ifall ett kompressorbyte kommer i fråga, vilket det troligtvis gör inom 15 år, samt en del reservdelar antas underhållskostnaderna på 15 år vara 5000 €. Fördelat på 15 år blir de årliga utgifterna 333 €.

$$\text{K} := \text{€} - \text{Utgifter}$$

$$\text{K} = 676.686 \quad \text{€}$$

$$\text{N} := f_k \cdot \text{K} \quad f_k = 10.38$$

$$\text{N} = 7023.771 \quad \text{€}$$

Vinsten på 15 år blir nuvärdet av nettointäkten minus investeringskostnaden:

$$\text{V}_{15} := \text{N} - \text{Investeringskostnad}$$

$$\text{V}_{15} = -776.229 \quad \text{€}$$

V.15 anger "vinsten" på 15 år

$$\text{Lönsamhet} := \begin{cases} \text{"lönsam"} & \text{if } V_{15} > 0 \\ \text{"icke lönsam"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Lönsamhet = "icke lönsam"

Pay off-metoden

Med hjälp av denna metod beräknar man hur lång återbetalningstid en investering har. Det vill säga, hur länge det tar att få tillbaka pengarna som har investerats.

Återbetalningstiden T, beräknas enligt följande formel:

$$T := \frac{\text{Investeringskostnad}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt} - \text{Utgifter}}{\text{år}} \right)}$$

Investeringskostnad := Investeringskostnad

Nettointäkt := €

år := 1

$$T := \frac{\text{Investeringskostnad}}{\left(\frac{\text{Nettointäkt} - \text{Utgifter}}{\text{år}} \right)}$$

T = 11.527 år

<http://www.ilto.fi/comfort>

www.ivt.se

Diskussion med bankdirektör Rurik Löfroos från Andelsbanken Raseborg

www.vvs-boden.se -priser, läst 16.03.2011

Energistatistik

Ur denna bilaga kan man konstatera att varken storskalig eller småskalig elproduktion med förnyelsebara energikällor har någon nämnvärd betydelse nationellt sätt. Regeringens mål med de nya energibestämmelserna är bland annat att ändra detta faktum.

Elektricitet produktionen i Finland

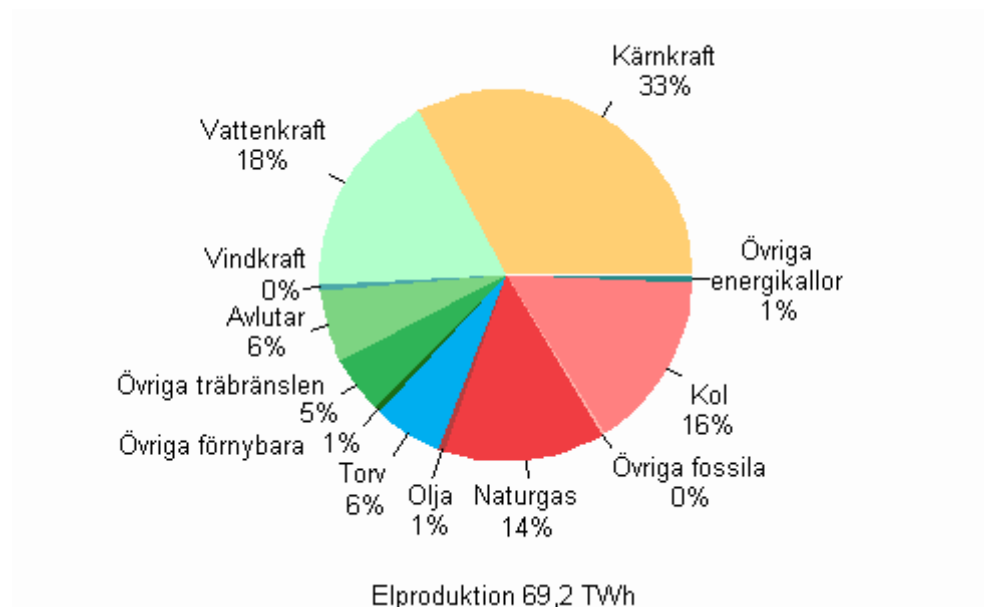
	2006	2007	2008	2009*	
	GWh				%
Vattenkraft	11 313	13 991	16 909	12 564	18
Vindkraft	153	188	261	276	0
Kärnkraft	22 004	22 501	22 050	22 582	33
Kondenskraft och dylikt	17 577	14 377	8 779	9 108	13
Samproduktion, industri	11 885	11 471	11 061	8 590	13
Samproduktion, fjärrvärme	15 692	15 289	15 414	15 591	23
Produktion totalt	78 623	77 817	74 475	68 711	100

Källa: Statistikcentralen, uppdaterad 14.04.2010,(01.10.2010)

Ur tabellen kan avläsas att andelen producerad elektricitet med vindkraftverk endast är marginell i Finland. Produktionen har visserligen ökat för varje år, men nationellt spelar vindkraftverken ingen roll ännu 2009. Det faktum att inte solkraft ens finns med i tabellen kan tolkas som att solkraftens andel av totala elproduktionen endast är marginell. Detta faktum stöds även av de konstateranden som görs tidigare i inledningen.

*Statistiken över 2009 är inte fastslagen

Elproduktion efter energikällor 2009



Grafen presenterar hur stor del av Finlands totala elproduktion sker med olika bränslen

Källa: Statistikcentralen, läst 01.10.2010

En förteckning över valda variabler, samt motiveringar till valda variabler, som har använts vid energiberäkningarna för Solf-Solfjädern. Eftersom programmet som har använts, DOF-Energia är ett finskt program, är även variablerna benämnda på finska, dock med svenska översättningar inom parentes.

Lämpötilatiedot: (temperaturuppgifter) Enligt D5 2007 punkt 2.2.3 skall energiförbrukningen för en byggnad i allmänhet beräknas enligt bilaga 1 presenterade väderleksuppgifter på basis av byggnadens geografiska läge.

Som fotnot sägs dock att ”vid beräkning av energiförbrukningen kan användas väderleksuppgifter som bättre än väderleksuppgifterna i bilaga 1 beskriver ortens väderleksförhållanden i medeltal.”

Enligt D3 2012, punkt 3.1.1 skall D5 från byggbestämmelsesamlingen användas, och värden för zon 2 användas vid energiberäkningar.

En förenkling av detta kan hittas i RIL 249-2009, sid 29, tabell 1.1. Denna tabell beskriver kort hur mycket placeringen av huset påverkar värmeenergibehovet. I denna tabell jämförs norra och södra Finland med mellersta Finland (Jyväskylä). Mellersta Finland har värdet 100 % medan samma hus byggt i södra Finland, enligt byggbestämmelsesamlingen från 2010 endast behöver 90 % av jämförelsevärdets energimängd. Om huset är byggt i norra Finland är motsvarande värde 125 %.

På basis av detta kommer jag att använda väderleksuppgifterna i bilaga 1, för klimatzon 2. Klimatzon 2 kan närmast beskrivas som mellersta Finland.

Som standardvärde för klimatuppgifter brukar klimatzon 3, Jyväskylä, användas. Detta måste dock inte tillämpas då detta är frågan om beräkning av energiförbrukningen för en byggnad, inte ansökan om byggnadslov eller uppgörande av ett officiellt energicertifikat.

Säteilytiedot (Information om solinstrålning):

Ur Finlands byggbestämmelsesamling D5, bilaga 1 kan läsas att Vasa omnejden hör till zon 2. Detta innebär en dimensionerande utomhus temperatur på -29° C, årlig utomhus temperatur +4 ° C samt utomhus temperatur i medeltal under uppvärmningsperioden +0 ° C. Dessutom används värdena för Jokioinen 1979.

Lämmitetty tila (uppvärmt utrymme)

Päätiedot (Huvuduppgifter):

Rakennustilavuus (byggnadsvolym): Ur D5 2007, 2014 m³ räknats fram utifrån bifogade ritningar över Karperö-Solfjädersn, och här med beaktande av de två extra lägenheterna.

Ilmatilavuus (Luftvolym): Ur D5 2007, 1957 m³ är den luftvolym byggnaden innehåller.

Bruttopinta-ala (Bruttoyta): 655,6 m², denna yta har räknats fram utifrån definitionen D5 2007 i Finlands Byggbestämmelsesamling.

Henkilöiden luovuttuma lämpöenergia vuodessa (Energitillskott från invånarna per år): Enligt D5 2007 tabell 8.1 används värdet 11 kWh/bruttoarea/år. Kan ses motiverat att använda standardvärdet för D5 2007, eftersom en person avger lika mycket värme oberoende om man följer nuvarande eller kommande normer.

Lämpökapasiteetti/bruttopinta-ala (Värmekapacitet/bruttoarea): Enligt D5 2012, tabell 5.5, bör värdet 70Wh/bruttoarea*K användas för småhus med ytterväggar, mellanväggar, övre bjälklag av lätta konstruktioner, och bottenbjälklaget av betong.

Ilmavutoluku n₅₀ (lufttätetstal, n₅₀-tal): tätetstal som beror på vilka konstruktionslösningar som har använts samt hur bra anslutningar är tätade. I RT 80–10974 kan läsas att för byggnader byggda enligt bestämmelser för 2010 kan användas värdet 2,0 l/h. Ett planeringstätetstal kan också användas vid bygglovsansökningar, detta är n₅₀,suun och uppgår till värdet 4,0 l/h. I samma RT-kort kan läsas att ett n₅₀ tal som understiger 1,0 l/h kan uppnås för i princip alla byggnadsmaterial och byggnadssätt, om det beaktas både vid planering och vid byggande. Dessutom skall alla fogar och anslutningar tätas noggrant. Dessutom bör alla hål för kabeldragningar tätas extra noggrant, då dessa lätt orsakar drag. Dessutom bör fönster och dörrar installeras vinkelrät, så att alla packningar sluter jämnt mot karmen. I denna energiberäkning antas att vid byggandet av Solf-Solfjädersn, kommer de rekommendationer som nämns i RT 80–10974 att följas, och för att vara på säkra sidan, används ändå n₅₀=1,5 l/h i de närmaste beräkningarna.

Lämmöntuttolaitteen vuosihyötysuhde (värmekällornas årsverkningsgrad): Detta värde beror på hur stor värmeåtervinning värmekällan har. Eftersom värmekällan inte är bestämd i detta skede, finns det inga definitiva svar på denna punkt. Troligtvis kommer det dock att bli aktuellt med en kombination av två olika värmekällor, DVS, en primär samt en kompletterande, som troligtvis kommer att vara solpaneler eller vindkraftverk. I D5 2007

av Finlands byggbestämmelsesamling, tab. 3.1 kan läsas att årsverkningsgraden för en uteluftsvärmepump är 2,0 och för elvärme 1,0. Värdet 1,0 kommer att användas i beräkningarna, vilket eventuellt är på lägre sidan.

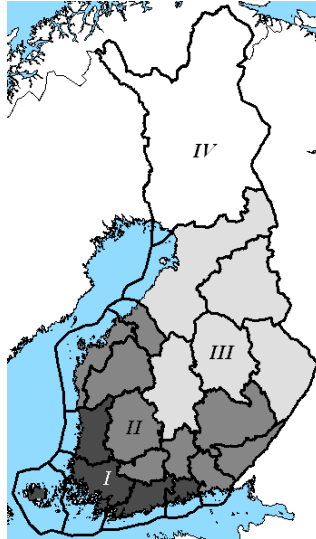
Energian hinta (Energipriset): kommer inte att beaktas, då det inte är frågan om en kostnadsjämförelse. Åtminstone inte i detta skede.

Lämpötila-arvot (Information om temperaturen): 21 grader inomhus och zon 2 för byggnadens placering.

Använder ”Lämpötila-arvot 1” som har blivit definierat enligt tabell L1.3. i Finlands byggbestämmelsesamling D5 för år 2007. Samma värden finns även i D5 2012, men i den normen görs ingen skillnad på zon 1 och zon 2, och för noggrannare beräkningar kan det anses korrekt att använda de äldre normerna.

Tabell L1.3	Månatliga väderleksuppgifter för klimatzon 2. Jokioinen 1979					
Månad	Utetemperatur i medeltal, T_{u} , °C					
Januari	-9,16					
Februari	-10,4					
Mars	-1,8					
April	1,68					
Maj	10,5					
Juni	15,5					
Juli	14,2					
Augusti	15,2					
September	9,08					
Oktober	3,37					
November	0,81					
December	-5,25					
Hela året	3,72					

Tabell L1.3 från D5 2007



Finlands olika klimatzoner

Lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöenergiat (värmeförluster från värmekällorna)

Lämmityksen kehityshäviöt (värmeförlustenergi för värmeutvecklingsanordningar för varmt tappvatten, värmepannor och värmeväxlare): använder minimivärdet enligt D5 2007, tabell 6.1, DVS. förvalda 2000 kWh/år

Lämmityksen muut häviöt (värmeförlustenergi orsakad av andra faktorer): använder förvalda 16 kWh/bruttoarea/år. Detta på grund av att det inte kan anses nödvändigt att beräkna andra värmeförluster än de som är nämna här. I normerna nämns endast utvecklingsförluster, distributionsförluster, avgivningsförluster, reglerförluster samt beredarförluster.

Lämmityksen varaajahäviöt (uppvärmningssystemets värmeförlustenergi): Huset kommer troligtvis att bestå av vattenburen golvvärme. Detta värde beror på huruvida husets tappvatten värms upp med samma värmesystem som resten av huset eller inte. Om det värms upp med samma system kan detta värde vara lika med 0, annars beror det på varmvattenberedarens volym. Värdet 0 kommer att användas i beräkningarna. Detta utläses från D5, tabell 6.1 i Finlands byggbestämmelsesamling.

Käyttöveden kehityshäviöt (Värmeförlustenergi för värmeutvecklingsanordningar för varmt tappvatten): I D5 2007, tabell 6.1 läses att som grov uppskattning kan användas värdet 2kWh/bruttoarea/år om inte noggrannare uppgifter finns. Dock bör detta värde alltid vara minst 2000 kWh/år. $2\text{kWh} \cdot 655,6 \text{ m}^2 = 1311,2\text{kWh}$, vilket är lägre än 2000kWh, vilket alltså kommer att användas.

Käyttöveden kiertohäviöt (det varma tappvattnets värmeenergiförlust från cirkulationsröret och till de anslutna uppvärmningsanordningars värmebehov): Ur D5 2007 i Finlands byggbestämmelsesamling kan, ur tabell 6.2 läsas värdet 30 kWh/brm²/år för cirkulationskrets i vilket det har anslutits en uppvärmningsanordning för våtutrymmen, för bostadsbyggnad. Om det inte finns ett anslutet uppvärmningssystem för våtutrymmen används värdet 15 kWh/brm²/år. Värdet 15 kWh/brm²/år kommer att användas i beräkningarna, med motiveringen att badrummet kommer att ha samma uppvärmningssystem som resten av huset.

Käyttöveden varaajahäviöt (värmeförlustenergi från det varma tappvattnet): Detta värde beror på uppvärmningssättet för byggnaden. Om det är frågan om elektrisk golvvärme används värdet 0 kWh/bruttoarea. Detsamma gäller om varmvattnet värms upp med samma uppvärmningsanordning som huset. Om detta inte är fallet kan detta värde, läst ut D5 2007, bild 6.1, uppgå till ca 0,28 kW. I beräkningarna kommer ändå värdet 0 kWh/bruttoarea att användas. Detta motiveras med att det ännu i detta skede är oklart om vattnet kommer att värmas upp med samma anordning som resten av huset.

Lämmityksen häviöstä aiheutuvan lämpökuorman osuus (Värmelastenergi som frigörs från värmeanordningar): Enligt D5 2007 av Finlands byggbestämmelsesamling, punkt 8.2.1 , används värdet 70 % om inte noggrannare uppgifter kan framtas.

Lämpimän käyttöveden häviöstä aiheutuvan lämpökuorman osuus (Värmeförlustenergin från uppvärmningssystemet för varmt tappvatten): Enligt D5 2007 i Finlands byggbestämmelsesamling, punkt 8.2.2 kan värdet 50 % användas.

Jäähdytys (Kylning):

I huset kommer inte att installeras en kylanläggning!

I D3 2012, punkt 2.2 kan läsas åtgärder som bör uppfyllas för att kontrollera att byggnadens inomhustemperatur under sommartid inte överstiger punkt 3.2.1 tabell 2 värden.

Ur dessa tabellvärden kan konstateras att rummens temperaturmässigt undre gräns är 21 °C och övre gräns 27 °C. Dessutom skall luftströmmen uppnå minst värdet 0,4 dm³/(s m²)

Kontrollberäkningar bör göras åtminstone för antingen sovrum eller vardagsrum, beroende på vilket rum som kan anses ha högre värmelast.

För småhus behöver inte kylbehovet kontrolleras om följande villkor samtidigt uppfylls:

För över 1 m^2 stora fönster riktade västerut eller söderut, skall solens solenergitransmittans (g-värde) understiga värdet 0,4 eller så skall andra metoder användas för att skydda mot direkt solljus. Med g-värde förstås hur bra fönstret utnyttjar solens strålningsenergi, ju högre g-värde, desto mera solvärme går genom fönstret och in i huset.

Den totala fönster arean för fönster riktade mot väster och söder för sovrum och vardagsrum, skall högst uppgå till 30 % av hela byggnadens ytterväggs area.

Arean för öppningsbara väggdelar i sovrum och vardagsrum måste vara minst 5 % av arean för dessa rum.

I beräkningarna har använts 0,46 och 0,42 för värdet på g. 0,46 för fönster med U-värdet $1.0\text{ W/m}^2\text{K}$. Det finns inga egentliga tomtritningar där det framkommer eventuella träd och buskar. Eftersom det inte är bestämt hurudana fönster Solf-Solfjädern kommer att ha, kommer det i dessa räkningar att antas att detta krav är uppfyllt.

Totala arean för ytterväggarna är 336 m^2 vägg samt $132,46\text{ m}^2$ fönster. $132,46\text{ m}^2$ fönster gäller för den ursprungliga Solf-Solfjädern, med den största fönsterarean. Totala arean av ytterväggarna blir nu $468,5\text{ m}^2$. Arean för fönster mot söder och väster i sovrum och vardagsrum uppgår till $96,2\text{ m}^2 + 1,98\text{ m}^2$. $(96,2\text{ m}^2 + 1,98\text{ m}^2) / 468,5\text{ m}^2 = 0,21 = 21\%$ vilket är mindre än 30 %.

Arean för alla sovrum och vardagsrum i Solf-Solfjädern är 370 m^2 . Detta betyder att det måste finnas åtminstone $0,05 * 370\text{ m}^2$ fönster, det vill säga minst $18,5\text{ m}^2$ öppningar i dessa rum.

Utifrån Karperö-Solfjädern kan konstateras att det finns en dörr och en vädringslucka per lägenhet från kök/vardagsrum och från det ena sovrummet. Arean för dessa uppgår till $2,68\text{ m}^2$ per lägenhet eller $16,1\text{ m}^2$ totalt. För att kravet skall uppfyllas bör det sättas en vädringslucka till per lägenhet mot detta håll. På så vis skulle den totala arean för öppningsbara delar uppgå till $19,6\text{ m}^2$.

Med dessa krav uppfyllda behöver man inte kontrollera ifall rummen blir överhettade, utan man kan direkt anta att de klarar sig. På basis av detta kan man konstatera att någon kylanläggning inte behöver installeras i Solf-Solfjädern. Man kan dock välja att installera t.ex. en luft-luft värmepump, även kallad komfortvärmepump, som kan användas som

kylning, ifall aktieägarna vill det. Detta påverkar naturligtvis energiförbrukningen negativt, men för många kan det vara önskvärt att kunna hålla en svalare temperatur inomhus är vad kraven säger.

Tilat ja rakenneosat (utrymmen och byggnadsdelar):

YP (Övre bjälklaget): Enligt C3 2010 i Finlands byggbestämmelsesamling krävs ett U-värde på 0,09 W/m²K för övre bjälklaget. I denna beräkning används ett U-värde på 0,09 W/m²K, vilket motsvarar konstruktionstyp YP300_A. Ur ritningarna över Karperö-Solfjädersn har en teoretisk mantelyta på 772 m² beräknats.

US (Ytterväggar): Enligt C3 2010 i Finlands byggbestämmelsesamling krävs ett U-värde på 0,17 W/m²K för ytterväggar. I denna beräkning används ett U-värde på 0,17 W/m²K, vilket motsvarar konstruktionstyp US210_D. Ur ritningarna över Karperö-Solfjädersn har en teoretisk väggyta på 336,2 m² beräknats.

AP (Bottenbjälklag): Enligt C3 2010 i Finlands byggbestämmelsesamling krävs ett U-värde på 0,16 W/m²K för byggnadsdelar mot mark. I denna beräkning används ett U-värde på 0,16 W/m²K, vilket närmast motsvarar konstruktionstyp AP104_B.

Ikkunat (Fönster): Använder energifönster med U-värde som motsvarar kraven enligt C3 2010, DVS, 1,0W/m²K. Detta värde är detsamma både för fönster och för dörrar. Arealen för dessa är sedan beräknade enligt väderstreck.

Vid beräkning av lågenergihus görs dock skillnad på fönster och dörrar, då dörrarnas rekommenderade U-värdes krav är strängare än för fönster.

Inverkan av gardiner framför fönstren har använts standardvärden utgående från tabell 8.5 i D5 2007. Detta betyder faktor 1 för månaderna oktober till april, vilket betyder ”ingen gardin”.

För månaderna maj till september används faktorn 0,3 vilket betyder ”vita spjälgardiner mellan fönstren”

Koneellinen ilmanvaihto (maskinell ventilation):

Maskinell till- och frånluftsanläggning används

Suunniteltu keskimääräinen koneellinen ilmavirta (planerad maskinell luftström i medeltal): Ur D2 2012 i Finlands byggbestämmelsesamling, punkt 3.2.2.1 kan läsas att

minimikravet för att uppnå en bra inomhusmiljö är ett luftväxlingsombyte på 0,35 (dm³/s)/m², vilket motsvarar 0,5l/h med en fri höjd på 2,5 m. Utgående från bruttoarean 655,6 m² kan nettoarean uppskattas till ca 600 m², det vill säga 100 m² per lägenhet, vilket stämmer bra med ritningarna över Karperö-Solfjädersn.

För Solf-Solfjädersn gäller alltså: $0,35 \cdot 600 \text{ m}^2 \cdot 3600 \text{ s} = 756000 \text{ dm}^3 = 756 \text{ m}^3$

$756 \text{ m}^3 / 1957 \text{ m}^3 = 0,39 \text{ l/h}$ vilket alltså betyder 0,39 luftombyten per timme

Med 1957 m³ ger detta ett luftombyte på 756 m³ per timme.

Keskimääräinen vuorokautinen käyntiaika (brukstid i medeltal per dygn): Enligt D5 2012, punkt 3.3.5 kan brukstiden för ventilationsanläggningen anses vara något lägre än 24h per dygn. Enligt Finlands byggbestämmelsesamling kan man anta att ventilationen startar en timme före invånarna kommer hem, samt stängs en timme efter att invånarna har farit bort. Detta skall dock inte gälla byggnader som används hela tiden. Detta betyder, för ett bostadshus, att ventilationsanläggningen kan vara avstängd under veckorna då invånarna är på arbete samt i skolan. Eftersom detta skall kunna gälla som medeltal för alla invånare i byggnaden kan det inte tolkas riktigt bokstavligt. För Solf-Solfjädersn, där alla invånare inte är kända, och ventilationsstyrningen ännu är oklar, räknas att ventilationen är avstängd mellan kl. 10.00 och 14.00 mellan måndag och fredag. På helgerna är ventilationen påkopplad hela tiden. Detta ger en användningstid på 21 h/dag i medeltal.

Viikottainen käyntiaika (dygnsvis användnings tid): 7 dygn

Muuntokerroin r (beaktar ventilationens dygns visa brukstid): Ur D5 2007, tab. LI.6-LI.9 Finlands byggbestämmelsesamling. Det finns inga motsvarande tabeller i den preliminära byggbestämmelsesamlingen för 2012. Om man antar att ventilationen är avstängd mellan kl. 10.00 och 14.00, måndag till fredag, betyder detta att ventilationen är avstängd i medeltal ca 3h varje dag. I DOF-Energia antas nu att ventilationen är avstängd mellan kl. 10.00 och 13.00 varje dag. Om månatliga variationer inte beaktas ger detta värdet: $(13.24 - 10.46) / 3 \text{ h} = 0.93$

Laitteiston ominaisteho (apparatens effekt): Enligt D3 2012 i Finlands byggbestämmelsesamling, punkt 2.6.1 kan läsas att maximala egeneffekten för en ventilationsanläggning högst får vara 2,0 kW/(m³/s). Ur tidigare beräkningar har konstaterats att Solf-Solfjädersn kräver ett luftombyte som uppgår till 756 m³/h, vilket betyder 0.21 m³/s. Med dessa utgångsvärden kan konstateras att egeneffekten för den

maskinella till- och frånluftsanläggningen får uppgå till max $2,0 \text{ kW} \cdot 0,21 \text{ m}^3/\text{s} = 0,42 \text{ kW}$
 $= 420 \text{ W}$

Se även D5 2007 tabell 7.5

Lämmöntalteenoton vusiohyötysuhde prosentteina (årsverkningsgraden för ventilationsanläggningen): Enligt principen för användning av bästa möjliga teknik (BAT) och med tanke på byggande av ett energisnålt hus, kan det anses motiverat att använda en ventilationsanläggning med en årsverkningsgrad på 0,85 %.

Lämmitetty käyttövesi (uppvärmt bruksvatten):

Lämpimän veden kulutus (förbrukning av varmt vatten): Enligt D3 2012, tabell 3, kan läsas att förbrukningen av varmt vatten är $600 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{år})$. Detta ger värdet $0,6 \text{ m}^3 \cdot 600 \text{ m}^2 = 360 \text{ m}^3$ per år.

Dessutom nämns det som fotnot till denna tabell att det bör finnas mätning av både kallt och varmt vatten för varje lägenhet.

I Finlands byggbestämmelsesamling D1, 2010, punkt 2.4.2 kan läsas att ”I en fastighet med fler än en lägenhet installeras utöver huvudvattenmätaren lägenhetsvisa vattenmätare för mätning av kallt och varmt bruksvatten som kommer till lägenheten, så att den vattenförbrukning som mätarna visar kan användas som faktureringsgrund”

Lämpimän veden lämpötila (temperatur, till vilket det varma vattnet värms): Enligt D3 2012, punkt 3.4.1 skall det varma vattnet uppnå temperaturen 55 °C

Käyttövesijärjestelmän tulevan veden lämpötila (temperatur, från vilket det varma vattnet värms): Enligt D3 2012, punkt 3.4.1 används temperaturen 5 °C för kallvatten.

Lämpökuormaksi tuleva osuus lämpöhäviöenergiasta (andel av värmeförlusterna som räknas som värmelast): Enligt D5 2007, punkt 8.2.2 kan värdet 30 % för den andel som medtas i värmelasterna av värmeenergin som behövs för uppvärmning av tappvattnet.

Sähkölaitteet (elapparater):

Sähkölaitteen nimi/tunnus (elapparatens namn): Relativt grova uppskattningar kommer i detta skede att användas, eftersom detta beror mycket på hurudana familjer som bor i lägenheterna. I D5 2007, tabell 7.1 kan värdet $50 \text{ kWh/bruttoarea/år}$ användas för att

uppskatta det totala energibehovet för elapparaterna. Detta värde kommer att användas framöver.

I samma tabell kan även läsas skilda förbrukningar för belysningen, ventilationen samt andra apparater.

Dessa värden är: 7 kWh/bruttoarea/år för belysningen

7 kWh/bruttoarea/år för ventilationen

36 kWh/bruttoarea/år för andra apparater

För Solf-Solfjädern, med en bruttoareal på 655,6 m², skulle den totala energiförbrukningen för hela husets elapparater, uppgå till:

$7 \text{ kWh/bruttoarea/år} * 655,6 \text{ m}^2 + 7 \text{ kWh/bruttoarea/år} * 655,6 \text{ m}^2 + 36 \text{ kWh/bruttoarea/år} * 655,6 \text{ m}^2$.

Detta värde uppgår till 32780 kWh/år, vilket blir precis lika stort som det första värdet, dvs. 50 kWh/bruttoarea/år.

Dessa värden kan ses som grova uppskattningar av verkligheten, och är därför väl tilltagna. Vid noggrannare beräkningar i ett senare skede kommer dessa värden att ändras. För att skapa en bild av vad det är som slukar mest energi i ett radhus, kan det ändå ses motiverat med dessa värden i detta skede, för att sedan göra jämförande energikalkyler med noggrannare värden.

Lämpökuormaksi tuleva energia (Mängden elenergi som omvandlas till en värmelast): Enligt D5 2007, tabell 8.3 är den årliga energin som frigörs från belysning, ventilationssystem och övriga anordningar, och som bildar en värmelast lika med 32 kWh/brm²/år. Enligt punkt 8.3.1 i D5 2007 kan detta värde användas om den totala energiförbrukningen för husets elapparater har bestämts enligt tabell 7.1 i D5 2007

Resultat för ursprunglig Solf-Solfjädern, enligt 2010

Detta resultat gäller för det tänkta huset Solf-Solfjädern, som är svängt precis som Karperö-Solfjädern. Det har samma rums- och lägenhetsindelning, förutom att det är sex lägenheter istället för fyra. Dessutom uppfyller mantelytan kraven enligt C3 2012

På basis av dessa uppgifter kan det konstateras att detta radhus tillhör energiklass C, med ET-tal (energiprestandavärde) = 173 kWh/brm²/år. Denna höga förbrukning kan till stor del antas bero på de många och stora fönstren som finns mot norr samt den höga energiförbrukningen från elapparater och lampor. Senare kommer samma byggnad att undersökas med noggrannare värden för elapparaternas förbrukning samt andra små justeringar.

Enligt Ril 249-2009, tabell 1.7 är hus byggda enligt kraven för 2010 vanligtvis tillhörande klass A eller A+. Dessa värden är dock beräknade och mera allmänna, och kan inte ses som ett krav

Källa: RIL 249-2009 s. 67

Solf-Solfjädern, svängd med stora fönster mot söder

Nu undersöks hur mycket fönstren påverkar energiförbrukningen. Alla andra uppgifter kommer att vara desamma. Detta kan anses vara en god fingervisning över hur stor betydelse rätt placering av huset har. Återigen bör dock nämnas att eftersom det inte finns några beslut över var de framtida husen kommer att stå, och inte heller färdiga tomter, kommer dessa beräkningar enbart vara en fingervisning över hur stort spelrum man har då man i framtiden skall välja värmekälla. Kan man välja en förmånligare värmekälla, och på så vis få ner husets driftskostnader, bara genom små justeringar av fönsterriktning och storlek

Ikkunat (Fönster): Använder energifönster med ett U-värde som motsvarar kraven enligt C3 2012, det vill säga 1,0W/m²K. Arean för dessa är nu beräknade som om huset vore klimatmässigt idealiskt placerat, med de största fönstren mot söder.

Ursprungliga fönster: 96.2 m² fönster mot nordost

37,27 m² fönster mot sydväst

1,98 m² fönster mot sydost

1,98 m² fönster mot norr

Huset är dock halvmåneformat, vilket betyder att fönsterplaceringen inte är riktigt entydig. För enkelhetens skull utgås här ändå från de bifogade AutoCAD ritningarna över Karperö-Solfjädern.

Nuvarande fönster: 96,2 m² söder

37,27 m² norr

1,98 m² väster

1,98 m² öster

Totalt: $96,2 \text{ m}^2 + 37,27 \text{ m}^2 + 1,98 \text{ m}^2 + 1,98 \text{ m}^2 = 137,43 \text{ m}^2$

Resultat för Solf-Solfjädern, svängd med stora fönster mot söder

Bara genom att svänga huset mott ett energimässigt bättre väderstreck, erhålls värdet ET-talet 171 kWh/brm²/år

Solf-Solfjädern, svängd med stora fönster mot söder samt tätare fönster

Om man dessutom byter till tätare fönster med U-värde = 0,85 W/m²K, uppnår man ET-talet 169 kWh/brm²/år

På årsbasis betyder detta att bara genom att placera de många och stora fönstren mot söder samt att använda något bättre fönstertyper, sparas det 4 kWh/brm²/år. Detta betyder som helhet en energiinbesparing på $4 \text{ kWh} * 655,6 \text{ m}^2 * 1 \text{ år} = 2622 \text{ kWh}$

Solf-Solfjädern, svängd med stora fönster mot söder samt tätare och färre fönster

För jämförelsens skull undersöks nu hur mycket det skulle påverka om huset skulle ha något färre/mindre fönster. Samma lågenergifönster med U-värde = 0,85 W/m²K kommer att användas.

Enligt C3 2010, punkt 3.2.4 ”jämförelsevärde för byggnadens totala fönsterareal är 15 % av byggnadens helt eller delvis ovan markytan belägna våningars summa, dock högst 50 % av byggnadens totala fasadyta. Fönsterarealen beräknas efter karmens yttermått”

Enligt punkt 1.3, anm. 10 får dock detta jämförelsevärde överskridas vid planeringslösningar om man håller sig inom givna maximivärden och den beräknade värmeförlusten för byggnaden som uppförs inte överskrider värmeförlusten i jämförelsebyggnaden som uppfyller föreskrifterna.

Solf-Solfjädern kan antas ha en nettoarea på bottenbjälklaget som är ca 600 m² plus loften som är ca 134 m², det vill säga ca 734 m². Totala fasadytan är ca 336 m² ytterväggar samt fönster 132,46 m².

Fönsterarean i jämförelse med den totala våningsytan: $(132,46\text{m}^2/734\text{m}^2)*100\% = 18\%$

Det kan konstateras att fönster- och dörrarean överskrider gränsvärdet på 15 %.

Vid kontroll av fönsterarean jämfört med den totala fasadaren kan konstateras:

$$336\text{m}^2 + 132,46\text{m}^2 = 468,46\text{m}^2$$

$$(132,46\text{m}^2 / 468,46\text{m}^2) * 100\% = 28\%, \text{ vilket underskrider gränsvärdet } 50\%$$

För att understiga 15 % gränsen, som inte är ett krav, men kan anses klokt med tanke på energiinbesparingar, beräknas nu den maximala arean alla fönster och dörrar tillsammans bör ha.

$$\left(\frac{X}{734}\right) * 100 = 15$$

Detta ger en maximal fönsterarea på 110 m², vilket betyder att minst 22,4 m² fönster bör tas bort.

För att bibehålla maximal energieffektivitet bör en stor del av denna fönsterareal tas bort från den norra sidan av huset. Utan att beakta hur detta påverkar husets exteriör väljs de nya fönsterareorna enligt följande:

$$\text{Nuvarande fönster: } 96,2\text{ m}^2 - 10,5\text{ m}^2 = 85,7\text{ m}^2 \text{ mot söder}$$

$$37,27\text{ m}^2 - 17\text{ m}^2 = 20,27\text{ m}^2 \text{ mot norr}$$

$$1,98\text{ m}^2 \text{ väster}$$

$$1,98\text{ m}^2 \text{ öster}$$

$$\text{Totalt: } 85,7\text{ m}^2 + 20,27\text{ m}^2 + 1,98\text{ m}^2 + 1,98\text{ m}^2 = 110\text{ m}^2$$

Resultat för Solf-Solfjädern, svängd med stora fönster mot söder samt tätare och färre fönster

För dessa värden på fönsterstorlekarna får huset ett ET-tal på 164 kWh/brm²*år.

Solf-Solfjädern, Svängd, ursprungliga fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

Till följande beräknas de möjliga energiinbesparingarna för samma radhus byggt betydligt energieffektivare än vad C3 2012 anger. Målet är ett A-klassat radhus. Syftet med detta är att skapa en bild av hur mycket som krävs för att göra stora energiinbesparingar i form av betydligt mindre värmeenergi som går ut genom mantelytan. På basis av detta kan sedan värmesystemet dimensioneras, och då bli både billigare och miljövänligare än i tidigare exempel. Ett A-klassat hus kan även ses som ett starkt försäljningsargument, både för miljömedvetna köpare, men även för de enbart ekonomiskt medvetna köparna, då detta hus har betydligt mindre uppvärmningskostnader.

RIL 249-2009, sid 28 definierar ett lågenergihus som ett hus vars nettoenergibehov för uppvärmning och kylning av alla utrymmen är mellan 26-50 kWh/(m²a). Dessutom gäller att behovet av köpt energi för uppvärmning och kylning är mellan 26-50 kWh/(m²a).

Ett motsvarande ET-tal för lågenergihus, dvs. ett A+ hus, är enligt samma RIL 11-130 kWh/(m²a)

Lämpötilatiedot (information om luftens temperatur): Samma som tidigare

Säteilytiedot (Information om solinstrålning): Samma som tidigare

Lämmitetty tila (uppvärmt utrymme): Använder samma värden för byggnadens volym och area. Om yttermåttan på byggnaden hålls desamma, blir i praktiken luftvolymen för byggnaden mindre än tidigare, då mantelytan växer. Denna förändring beaktas inte, då detta mera är frågan om en experimentell beräkning, för att ta reda på hur mycket vissa delar påverkar totalresultatet.

Ilmavutoluku n50 (lufttäthetstal, n50-tal): RT 80–10974 kan läsas att ett n₅₀ tal som understiger 1,0 1/h kan uppnås för i princip alla byggnadsmaterial och byggnadssätt, om det beaktas både vid planering och vid byggande. Dessutom skall alla fogar och anslutningar tätas noggrant. Dessutom bör alla hål för kabeldragningar tätas extra noggrant, då dessa lätt orsakar drag. Förutom detta bör fönster och dörrar installeras vinkelrät, så att alla packningar sluter jämnt mot karmen. I detta exempel antas att förutom att följa dessa rekommendationer, kommer även de tätningar som visas i RIL 249-2009, sid 274-277 att användas. Detta gör att Solf-Solfjädern kommer att vara väldigt tätt och därför kan i detta skede n50 talet uppgå till 1,0 1/h. RIL 249-2009, tabell 1.5 har använt värdet 0,8

1/h som teknisk riktlinje för n50 talet. I denna beräkning kommer n50 att uppgå till 1,0 1/h.

Lämmöntuttolaitteen vuosihyötysuhde (värmekällornas årsverkningsgrad): Kommer även i detta exempel att utgå från värdet 1,0, då det inte ännu har bestämts vilken/vilka värmekälla som är aktuell för denna byggnad

Konstanter för temperaturer: Samma som tidigare

värmeförluster från värmekällorna: Då det är frågan om ett lika stort hus som tidigare, men samma lägenhetsuppdelning och därmed även planerat för lika stora familjer som tidigare, kommer alla dessa värden att bibehållas.

Kylning: Ingen kylning kommer att installeras

Tilat ja rekenneosat (utrymmen och byggnadsdelar): Det finns i dagsläget inga krav på hurudana mantelytor ett lågenergihus skall ha. I RIL 249-2009 har dock så kallade tekniska riktvärden tagits fram. Dessa värden kan användas i planeringens inledande skede. Den verkliga klassificeringen beror på husets totala behov av energi för uppvärmning och kylning.

Nedan används de värden som kan ses som riktlinjer för ett M-50 hus, dvs. För ett lågenergihus, vars nettoenergi behov för uppvärmning och kylning av alla utrymmen understiger värdet 50 kWh/(m²a)

YP (Övre bjälklaget): värdet 0,08 W/m²K

Bottenbjälklaget: platta mot mark ger värdet 0,12 W/m²K

Ytterväggar: 0,12 W/m²K

Fönster: 0,8 W/m²K

Dörrar: 0,6 W/m²K

Om man använder de ursprungliga fönster och dörr placeringarna, med samma areor, men med huset svängt mot mera gynnsamma väderstreck erhålls följande värden:

83,5 m² fönster 12,7 m² dörrar mot söder

19,58 m² fönster och 12,7 m² dörrar mot norr

1,98 m² fönster mot väster

1,98 m² fönster mot öster

Detta betyder en total fönster- och dörr areal som är 132,44 m². 132,44 m²-734 m² ger ca 18 % fönster och dörrar i jämförelse med den totala våningsytan.

maskinell ventilation: Samma som tidigare

Bruksvatten: Samma som tidigare

Elapparater: Samma som tidigare

I RIL 249-2009 sid 51-54 kan läsas att fönster bör placeras jämnt åt alla väderstreck för att maximera ljusinsläppet under dygnets alla tider. Detta betyder även naturligtvis att den inkommande strålningsenergin maximeras samtidigt. Dessutom nämns även att överstora fönster bör undvikas av många orsaker. De viktigaste är den stora värmeförlust som denna typ av fönster medför under uppvärmningsperioden samt den stora värmemängd denna typ av fönster bidrar till under sommarmånaderna. Dessutom är det dyrare att bygga och installera fönster än det är att bygga en vägg. När man dessutom beaktar möjliga fuktskador som kan uppstå i fönster samt de stora kostnaderna som tillkommer om man är tvungen att byta ut något fönster.

I dessa sidor nämns att fönsterarean bör begränsas till ca 12-20 % av bostadsytan. Mindre än detta medför att behovet av lampor ökar och större än detta leder till större värme- och kylbehov. Ju mera fönster huset har mot söder och väster, desto större är behovet av strålningsskydd av olika slag.

Resultat Solf-Solfjädern, Svängd, ursprungliga fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

Med dessa värden uppgår energiförbrukningen för huset till ET = 157 kWh/(m²a), vilket gör att huset blir klassat till energiklass B.

Solf-Solfjädern, Svängd, färre/mindre fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

Använder samma värden som i det förra exemplet, men med betydligt mindre fönsterareal.

Nuvarande fönsterplacering:

50,6 m² fönster 12,7 m² dörrar mot söder

15 m² fönster och 12,7 m² dörrar mot norr

1,98 m² fönster mot väster

1,98 m² fönster mot öster

För att uppnå förhållandet 13 % mellan fönster och dörrareal i jämförelse med den totala våningsytan, bör arean av alla fönster och dörrar begränsas till ca 95 m².

Med de ovannämnda areorna är den totala arean av alla fönster och dörrar 95 m².

Resultat Solf-Solfjädersn, Svängd, färre/mindre fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

Med dessa värden uppgår energiförbrukningen för huset till ET = 155 kWh/(m²a), vilket gör att huset blir klassat till energiklass B.

Sammanfattning:

Ursprunglig Solf-Solfjädersn, enligt 2010

Denna utgår med andra ord från Karperö-Solfjädersn, men mantelytan uppfyller kraven för C3 2010 och 2012. Till alla andra delar är byggnaden densamma som Karperö-Solfjädersn.

ET-tal = 173 kWh/bruttoarea/år

Svängd med stora fönster mot söder

I detta alternativ har huset endast svängts mot mera gynnsamma sol instrålnings förhållanden.

ET-tal = 171 kWh/bruttoarea/år

Svängd med stora fönster mot söder samt tätare fönster

Detta alternativ är detsamma som föregående, men fönster och dörrar är tätare, U-värde=0,85 W/m²K, vilket är strängare än kraven för 2012.

ET-tal = 169 kWh/bruttoarea/år

Svängd med stora fönster mot söder samt tätare och färre fönster

Detta alternativ är detsamma som det föregående, men här har huset endast 15 % fönster och dörrar, i jämförelse med 18 % som tidigare. Dessutom har de tätare fönstren bibehållits.

ET-tal = 164 kWh/bruttoarea/år

Svängd, ursprungliga fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

I detta alternativ används de ursprungliga fönster och dörr areorna, men U-värden på dessa delar uppgår till 0,85 W/m²K respektive 0,6 W/m²K, vilka är de tekniska rekommendationerna för lågenergihus. Dessutom har täthetstalet n50 ändrats till 1,0 l/h. Mantelns U-värden uppnår de tekniska riktvärden som är uppgivna i RIL 249-2009 för lågenergihus.

ET-tal = 157 kWh/ bruttoarea/år

Svängd, färre och mindre fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

I denna beräkning uppgår fönster och dörr areorna till 13 % av bostadsytan. De andra värden hålls desamma som i förra exemplet.

ET-tal = 155 kWh/ bruttoarea/år

En stor faktor i dessa beräkningar är elapparaternas samt lampornas förbrukning. Vid energiklassificering av småhus räknas elapparaterna in i energiåtgången, vilket inte är fallet vid motsvarande beräkningar för höghus. Dessa kommer nu att utredas något noggrannare, för att undersöka om detta nämnvärt påverkar Energiklassificeringen för huset. Resultaten av dessa beräkningar kan ses som mera realistisk, då alla variabler i beräkningarna har utretts noggrant.

Enligt D5 2012, punkt 4.2.3 kan energiförbrukningen för hela husets lampor beräknas enligt:

$$W_{\text{valaistus}} = \Sigma P_{\text{valaistus}} \cdot A_{\text{huone}} \cdot \Delta t f / 1000$$

$$P_{\text{valaistus}} := \frac{1}{\beta \cdot \eta \cdot \eta_{\Phi}} \cdot E$$

$\beta := 0.6$ Faktorn 0.6 kan användas för en medelren miljö
Faktorn 0.7 för ren miljö
Faktorn 0.5 för smutsig miljö

$\eta := 0.35$ Faktorn 0.35 kan användas om rummet blir belyst med en kombination av punkt belysning och en helhetsbelysning. Faktorn beskriver verkningsgraden för belysningen

$\eta_{\Phi} := 50$ Faktor som är beroende av hurdana lampor som används, enheten lm/W

$E := 100$ Utifrån SFS-EN 12464-1 bör E-värdet minst ha värdet 100 för inomhusmiljöer. Enheten lx. Detta är hämtat från <http://innojok.fi/valaistuss/index2.php?sivu=55>, läst 12.01.2011

η_{Φ} kan uppskattas till 50 då främst lågenergilampor av olika slag kommer att användas. Förutom lågenergilampor kommer visserligen även olika spotlights att bli aktuella, dessa lampor har ett lägre η_{Φ} -värde, medan lysrör har ett högre.

$$P_{\text{valaistus}} := \frac{1}{\beta \cdot \eta \cdot \eta_{\Phi}} \cdot E$$

$$P_{\text{valaistus}} = 9.524$$

$$A_{\text{huone}} := 655.6 \quad \text{Använder bruttoarean enligt D5}$$

$$\Delta t := 550 \quad \text{Värdet hämtat från tabell 4.3 i D5 2012}$$

$$f := 0.9 \quad \text{Utifrån punkt 4.2.3 motsvarar värdet 0.9 skilda avbrytare för lamporna i varje rum.}$$

$$W_{\text{valaistus}} := P_{\text{valaistus}} \cdot A_{\text{huone}} \cdot \Delta t \cdot \frac{f}{1000}$$

$$W_{\text{valaistus}} = 3.091 \times 10^3 \quad \text{Enheten Watt}$$

Värdet 3091 W är totala effekten för alla lampor i hela huset.

Enligt D3 2012, tabell 3 är användningsgraden för lampor i ett hus 10 %

Enligt punk 4.1 i D5 2012 kan den totala energiförbrukningen för hela husets apparater uppskattas enligt tabell 4.1. Med apparater menas förbrukningen som härstammar från hela husets elapparater minus energin som krävs för belysning, ventilationen samt uppvärmning och kylning. Dessa värden är standardvärden, och förbrukningen kan variera mycket från apparat till apparat, beroende på märke och modell.

I tabell 4.1 anges hur många kWh olika apparater drar. Här räknar man med att varje lägenhet är normal utrustad med de vanligaste el-apparaterna.

Bilplats:	150kWh/st.
Spis:	520 kWh/st.
Mikrovågsugn:	55 kWh/st.
Kaffekokare:	70 kWh/st.
Diskmaskin:	250 kWh/st.
Frys:	270 kWh/st.
Kylskåp:	330 kWh/st.
Tvättmaskin:	250 kWh/st.
Torktumlare:	300 kWh/st.
Tv:	200 kWh/st.
Video/DVD:	95 kWh/st.
Dator:	80 kWh/st.
Lägenhetsbastu:	8 kWh/uppvärmningsgång

I medeltal räknas det här med med 1,5 tv:n per lägenhet, samt 1,5 datorer per lägenhet. Dessutom räknas det här med att bastun värms upp i medeltal varannan vecka för varje lägenhet.

$150 \text{ kWh} * 1 \text{ st bilplats} + 520 \text{ kWh} * 1 \text{ st bilplats} + 55 \text{ kWh} * 1 \text{ set bilplats} + 70 \text{ kWh} * 1 \text{ st. kaffekokare} + 250 \text{ kWh} * 1 \text{ st. diskmaskin} + 270 \text{ kWh} * 1 \text{ st. frys} + 330 \text{ kWh} * 1 \text{ st. kylskåp} + 250 \text{ kWh} * 1 \text{ st. tvättmaskin} + 300 \text{ kWh} * 1 \text{ st. torktumlare} + 200 \text{ kWh} * 1,5 \text{ st. tv:n} + 95 \text{ kWh} * 1,5 \text{ st. video/Dvd} + 80 \text{ kWh} * 1,5 \text{ st. datorer} + 8 \text{ kWh} * 26 \text{ uppvärmningar}$
 $= 2\,965,5 \text{ kWh totalt för en lägenhet.}$

Med totalt sex lägenheter blir den totala energiförbrukningen $2\,965,5 \text{ kWh} * 6 = 17\,793 \text{ kWh}$.

Detta leder till en förbrukning orsakad av apparater som är $17\,793 \text{ kWh} / 655,6 \text{ m}^2 = 27,14 \text{ kWh/bruttoarea/år}$. Detta värde kan jämföras med $36 \text{ kWh/bruttoarea/år}$ som är grundvärdet för elförbrukning orsakad av apparater.

För ventilation kommer att användas grundvärdet $7 \text{ kWh/bruttoarea/år}$ eftersom ventilationsanläggningen dimensioner är såpass oklara ännu i detta skede. $7 \text{ kWh/bruttoarea/år}$ kan ses som ett högt uppskattat grundvärde.

Då det används andra än standardvärden för elapparaterna bör även den värmeenergi som elapparaterna räknas om. Detta görs enligt D5 2012 punkt 5.2 där det står att värmelasten från belysning och elapparaten kan beräknas enligt värden i D3, i vilken man antar att all den värmeenergi som utstrålar från belysning samt elapparater blir en värmelast i byggnaden.

Värmelast från ventilationsanläggningarna: Ur D5 2007. Punkt 8.3 kan läsas att 50 % av energin från ventilationsanläggningen kan ses som värmelast.

Nedan beskrivs motsvarande sammandrag som tidigare, men med beaktande av den noggrannare utredningen av energiförbrukningen för husets alla lampor, elapparater och värmelaster orsakade av dessa.

Ursprunglig Solf-Solfjädern, enligt 2010

ET-tal = 160 kWh/bruttoarea/år Energiklass B

Svängd med stora fönster mot söder Energiklass B

ET-tal = 158 kWh/bruttoarea/år

Svängd med stora fönster mot söder samt tätare fönster Energiklass B

ET-tal = 156 kWh/bruttoarea/år

Svängd med stora fönster mot söder samt tätare och färre fönster Energiklass B

ET-tal = 151 kWh/bruttoarea/år

Svängd, ursprungliga fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

ET-tal = 145 kWh/bruttoarea/år Energiklass A

Svängd, färre och mindre fönster och dörrar men tätare, tätare n50, bättre isolerad mantel

ET-tal = 142 kWh/bruttoarea/år Energiklass A

En av de enklare metoderna för att dra ner energiförbrukningen vid ett nybygge kan anses vara att bygga med en något tätare mantelyta. Till följande undersöks hur mycket energiförbrukningen påverkas av enbart en något tätare mantelyta. I dessa beräkningar används grunddata från "Ursprunglig Solf-Solfjäders, enligt 2010" men med andra U-värden på delar av mantelytan. U-värdes kraven på mantelytan är enligt C3 i Finlands byggbestämmelsesamling följande:

Övre bjälklaget: 0,09 W/m²K.

Detta uppnås t.ex. med sedvanliga takkonstruktioner, isolerad med först 350 mm blåsull ISOVER PUH KV-042, sedan 100 mm ISOVER KL 37-100, ångspärr, t.ex. ISOVER VARIO, följt av brädning och gipsskiva.

www.isover.fi

Ytterväggar: 0,17 W/m²K för ytterväggar.

Detta uppnås t.ex. med konstruktionen, från utsidan och inåt: träpanel, träskålning och luftspalt, 50 mm vindskydd och värmeisolering ISOVER RKL-Facade-50 med tejpad fogar, 150 mm värmeisolering ISOVER KL33-450 med bärande stomme, ångspärr t.ex. ISOVER VARIO och till sist gipsskiva.

www.isover.fi

Bottenbjälklag: Platta mot mark ger kravet 0,16 W/m²K.

Detta uppnås t.ex. med konstruktionen, uppifrån och neråt: bärande konstruktion av betong, värmeisolering t.ex. 3*70 mm STYROFOAM 300 SL-A-N och under detta ett packat kapillärbrytande lager, t.ex. makadam.

www.isover.fi

Dörrar och fönster: 1,0W/m²K.

I denna beräkning undersöks hur mycket det påverkar energiförbrukningen ifall man isolerar mantelytan något mera. De U-värden som används är:

Övre bjälklaget: 0,07 W/m²K.

Detta uppnås t.ex. med sedvanliga takkonstruktioner, isolerad med först 400 mm blåsull, istället för 350, ISOVER PUH KV-042, sedan 150 mm, istället för 100 mm, ISOVER KL 37-100, ångspärr, t.ex. ISOVER VARIO, följt av brädning och gipsskiva.

Ytterväggar: 0,13 W/m²K.

Detta uppnås t.ex. med konstruktionen, från utsidan och inåt: träpanel, träskålning och luftspalt, 50 mm vindsydd och värmeisolering ISOVER RKL-Facade-50 med tejpad fogar, värmekonduktivitet 0,033 W/mK, 200 mm värmeisolering, istället för 150 mm, ISOVER KL33-450 med bärande stomme, värmekonduktivitet 0,035 W/mK, ångspärr t.ex. ISOVER VARIO och till sist gipsskiva.

Bottenbjälklaget: 0,12 W/m²K.

Detta uppnås t.ex. med konstruktionen, uppifrån och neråt: bärande konstruktion av betong, värmeisolering t.ex. 4*70 mm STYROFOAM 300 SL-A-N och under detta ett packat kapillärbrytande lager, t.ex. makadam.

Till först undersöks energiförbrukningen ifall alla dessa U-värden på mantelytan används. Detta betecknas som "Ursprunglig Solf-Solfjäders, tilläggsisolerad". Därefter undersöks energiförbrukningen ifall endast taket tilläggs isoleras. Detta har beteckningen "Ursprunglig Solf-Solfjäders, taket tilläggsisolerat". Dessutom undersöks energiförbrukningen vid tilläggsisolering av enbart väggen och enbart det under bjälklaget. Dessa har beteckningarna "Ursprunglig Solf-Solfjäders, väggen tilläggsisolerad" och "Ursprunglig Solf-Solfjäders, bottenbjälklaget tilläggsisolerat".

Resultat:

"Ursprunglig Solf-Solfjäders, tilläggsisolerad" energiförbrukning: 153 kWh/bruttoarea/år.

"Ursprunglig Solf-Solfjäders, taket tilläggsisolerat" energiförbrukning: 158 kWh/bruttoarea/år.

"Ursprunglig Solf-Solfjäders, väggen tilläggsisolerad" energiförbrukning: 158 kWh/bruttoarea/år.

"Ursprunglig Solf-Solfjäders, bottenbjälklaget tilläggsisolerat" energiförbrukning: 158 kWh/bruttoarea/år.

hämtat från miljöministeriets hemsida – Finlands byggbestämmelsesamling del D, Lausuntapyyntö.

”Vuoden 2012 rakentamisen energiatehokkuusvaatimukset lähtevät lausunnoille

Vuoden 2012 alussa suunnitellaan otettavaksi käyttöön uudisrakentamisessa kokonaisenergiatarkastelu. Uusien rakentamismääräysten avulla uudisrakennusten energiatehokkuuteen tavoitellaan 20 prosentin parannusta, mikä on merkittävä askel ilmastonmuutosta hillitsevään rakentamiseen Suomessa. Uudet määräysehdotukset lähtevätlausuntokierrokselle 28. syyskuuta ja tavoitteena on antaa uudet määräykset vuodenvaihteen tienoilla. Uudet määräykset tulisivat voimaan vuoden 2012 alusta.

”Uudistus vie rakennusten energiatehokkuussuunnittelun uudelle tasolle, kannustaa koko rakennusalaan kehittymään ja luo edellytykset rakentamisen laadun parantamiselle. Koskaan aikaisemmin energiatehokkuutta ei ole Suomessa parannettu näin aktiivisesti ja systemaattisesti. Edellinen 30 prosentin tiukennus vaatimuksiin tehtiin vuoden 2010 alusta ja vuoden 2012 alusta on tarkoitus jatkaa tiukennuksia sekä toteuttaa laajempi järjestelmän muutos. Myös teollisuudella on ollut aikaa valmistautua tulevaan”, asuntonministeri Jan Vapaavuori toteaa.

Käyttöönotettava kokonaisenergiatarkastelu lisää merkittävästi suunnittelun vapautta ja varmistaa kaikkien energiatehokkuusratkaisujen tasa-arvoisen kilpailun. Energiamuotojen kertoimet ohjaavat rakentajia käyttämään ympäristöystävällisiä energiamuotoja. Uusiutuvien energialähteiden käyttöön kannustetaan: niiden osuuden pitää vastata vähintään 25 prosenttia rakennuksen tilojen ja ilmanvaihdon lämmityksen energian nettotarpeesta.

”Kokonaisenergiatarkastelu antaa mahdollisuuden hallita hyvällä suunnittelulla rakentamisen kustannuksia. Energiatehokkuuden parantaminen ja rakennuskustannusten samanaikainen alentaminen on nyt täysin mahdollista. Päälle tulevat vielä säästöt energiankulutuksesta”, Vapaavuori jatkaa.

Energiatehokkuuden parantamisen on pelätty lisäävän home- ja kosteusongelmia. ”Energiatehokas rakentaminen edellyttää huolellisempaa suunnittelua ja toteutusta, mikä tarkoittaa parempaa rakentamisen laatua. Lisäksi Suomessa on edistykselliset rakentamismääräykset rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, eikä sitä oppia olla purkamassa. Oikein suunniteltu, rakennettu ja ylläpidetty energiatehokas rakennus nimenomaan ehkäisee kosteus- ja homeongelmia”, Vapaavuori alleviivaa.

”Suomi etenee johdonmukaisesti ja rivakasti eteenpäin, eikä energiatehokkuuden systemaattinen parantaminen näy pelkästään 2012 uudistuksessa. Jatkossakin on odotettavissa tiukkenevaa lainsäädäntöä, sillä rakennusten energiatehokkuusdirektiivin ohjaamana kaikkialla EU:ssa siirrytään lähes nollaenergiarakentamiseen vuosina 2019–2021”, Vapaavuori kertoo.

”Energiatehokkuus ei etene kokemusten mukaan riittävän nopeasti, ellei sitä tehdä normivetoisesti. Pelkkä normiohjaus ei kuitenkaan riitä, vaan siihen tarvitaan kansalaisten ja teollisuuden tuki. Lisääntyneen ympäristötietoisuuden myötä maaperä muutokselle on nyt otollinen”, Vapaavuori esittelee normiohjauksen taustoja.”

Bilaga 12

Energiförbrukningen vid användningen av en luft-vatten värmepump under månaderna december till februari.

Det beräknade energibehovet för uppvärmning av dels rummet och dels bruksvattnet multipliceras med 85 %, enligt Mats Borgs utsaga.

- december $0,85 * 1287 \text{ kWh} = 1094 \text{ kWh}$
- januari $0,85 * 1530 \text{ kWh} = 1300 \text{ kWh}$
- Februari $0,85 * 1344 \text{ kWh} = 1142 \text{ kWh}$

Resterande energimängd tas direkt från elnätet:

- December: $1287 \text{ kWh} - 1094 \text{ kWh} = 193 \text{ kWh}$
- Januari: $1530 \text{ kWh} - 1300 \text{ kWh} = 230 \text{ kWh}$
- Februari: $1344 \text{ kWh} - 1142 \text{ kWh} = 202 \text{ kWh}$

För uppvärmning av bruksvattnet antas samma 85 %, och energibehovet blir därmed:

- December $0,85 * 2789 \text{ kWh}/6 = 395 \text{ kWh}$
- Januari $0,85 * 2789 \text{ kWh}/6 = 395 \text{ kWh}$
- Februari $0,85 * 2519 \text{ kWh}/6 = 356 \text{ kWh}$

Resterande energibehov tas från elnätet:

- December $464 \text{ kWh} - 395 \text{ kWh} = 69 \text{ kWh}$
- Januari: $464 \text{ kWh} - 395 \text{ kWh} = 69 \text{ kWh}$
- Februari: $419 \text{ kWh} - 356 \text{ kWh} = 63 \text{ kWh}$

Energibehovet för uppvärmning av rummet och bruksvattnet består alltså av direkt eluppvärmning samt drivning av luft-vatten värmepumpen under tiden december till februari.

Uppvärmning av rummet, både drivning av pumpen och tilläggsenergibehov:

- December: $(1094 \text{ kWh}/6,46 \text{ kW}) * 2,05 \text{ kW} = 347 \text{ kWh} + 193 \text{ kWh} = 540 \text{ kWh}$
- Januari: $(1300 \text{ kWh}/5,81 \text{ kW}) * 2,12 \text{ kW} = 474 \text{ kWh} + 230 \text{ kWh} = 704 \text{ kWh}$
- Februari: $(1142 \text{ kWh}/5,59 \text{ kW}) * 2,00 \text{ kW} = 409 \text{ kWh} + 202 \text{ kWh} = 611 \text{ kWh}$

Uppvärmning av bruksvattnet:

- December: $(395 \text{ kWh}/5,43 \text{ kW}) * 2,84 \text{ kW} = 207 \text{ kWh} + 69 \text{ kWh} = 276 \text{ kWh}$
- Januari: $(395 \text{ kWh}/4,43 \text{ kW}) * 2,76 \text{ kW} = 246 \text{ kWh} + 69 \text{ kWh} = 315 \text{ kWh}$
- Februari: $(356 \text{ kWh}/4,18 \text{ kW}) * 2,74 \text{ kW} = 233 \text{ kWh} + 63 \text{ kWh} = 296 \text{ kWh}$

Detta ger totala energiförbrukningen för uppvärmning av rummet och bruksvattnet. Värdet uppgår till 2742 kWh för december, januari och februari.

Denna bilaga innehåller en sammanfattning av hur mycket elenergi lägenheten kräver med de olika uppvärmningsmetoderna, det vill säga, hur mycket mera energi någon apparat tillför än vad den förbrukar. Denna tabell har rubriken ”Årligt energibehov per lägenhet” och visar alltså hur mycket inköpt elenergi en lägenhet kräver per år för uppvärmning av rum, uppvärmning av bruksvattnet samt för drivning av hemmets alla elapparater. Detta med olika uppvärmningsmetoder och olika komplement till enbart elenergi. Som komplement till tabellen visas även med en tabell och en graf hur stora brukskostnaderna, i form av inköpt elenergi, per år är, med de olika energiproduceringsmetoderna. I denna beaktas vare sig apparaternas tekniska livslängder eller investeringskostnaderna för de olika apparaterna. Som elpris har använts dagens elpris, med motiveringen att de första lägenheterna kommer att säljas inom en snar framtid. De sistnämnda presentationsalternativen har rubrikerna ”Årliga brukskostnader” och ”Årliga brukskostnader för uppvärmning”

Förutom detta presenteras även resultatet med beaktande av den tekniska livslängden och investeringskostnaden så, att resultatet visar hur mycket det kostar att värma upp rummet, bruksvattnet samt använda alla elapparater under 40 år, inklusive investeringskostnaden för uppvärmningsapparaten samt med beaktande av den tekniska livslängden och underhållskostnader för apparaten. Denna har rubriken ”Totalkostnader under hela den tekniska livslängden”. I denna jämförs återigen alla alternativ med elvärme, som nu antas ha en teknisk livslängd på 40 år. Detta betyder att alla alternativ förnyas och underhålls så att de fungerar i 40 år. Detta betyder att effektiviteten hos värmepumpar och solfångare garanterat har förbättrats under dessa år, men detta kompenseras i detta fall med de stigande elpriserna. I denna beräkning antas dessutom att priset på de olika värmepumparna sjunker med 1 % per år, vilket kan ses som realistiskt, med tanke på att dessa pumpar blir mera attraktiva med tiden, vilket betyder att de börjar massproduceras och nya aktörer kommer in på marknaden. Då en teknik producerar mera energi, samtidigt som den kräver mindre energi spelar elpriset en allt mindre roll. I denna presentation kommer även dagens elpriser att användas, fastän många tecken tyder på att elpriserna stiger. I framtiden kommer även nybyggda hus att ha ännu strängare energikrav, vilket kan läsas under rubriken ”Nya byggbestämmelser”. Detta bidrar till att energibehovet för uppvärmning minskar, vilket då betyder att uppvärmningsmetoderna inte måste vara lika effektiva, då husen kräver allt mindre uppvärmningsenergi, tack vara tätare och bättre isolerad mantelyta.

Årligt energibehov per lägenhet

Energiproduceringsmetod	Energibehov för uppvärmning av rummet	Energibehov för uppvärmning av bruksvattnet	Energibehov för elapparater	Producerad energi minus energibehovet för apparaten i fråga	Producerad energi används till...
Direkt eluppvärmning	7809 kWh	5472 kWh	4182 kWh		
Vindkraftverk WS-O,38	7809 kWh	5472 kWh	4146 kWh	36 kWh	Elapparater
Vindkraftverk WS-4B	7809 kWh	5472 kWh	3702 kWh	480 kWh	Elapparater
Solfångare	7809 kWh	1234 kWh	4294 kWh	4350 kWh	Bruksvattnet
Luft-luft värmepump	2151 kWh	5472 kWh	4182 kWh	5445 kWh	Rumsuppvärmning
Luft-vatten värmepump	2818 kWh	2422 kWh	4182 kWh	8526 kWh	Uppvärmning
Frånluftsvärmepump	2058 kWh	1862 kWh	4182 kWh	9154 kWh	Uppvärmning
ComfortZone					

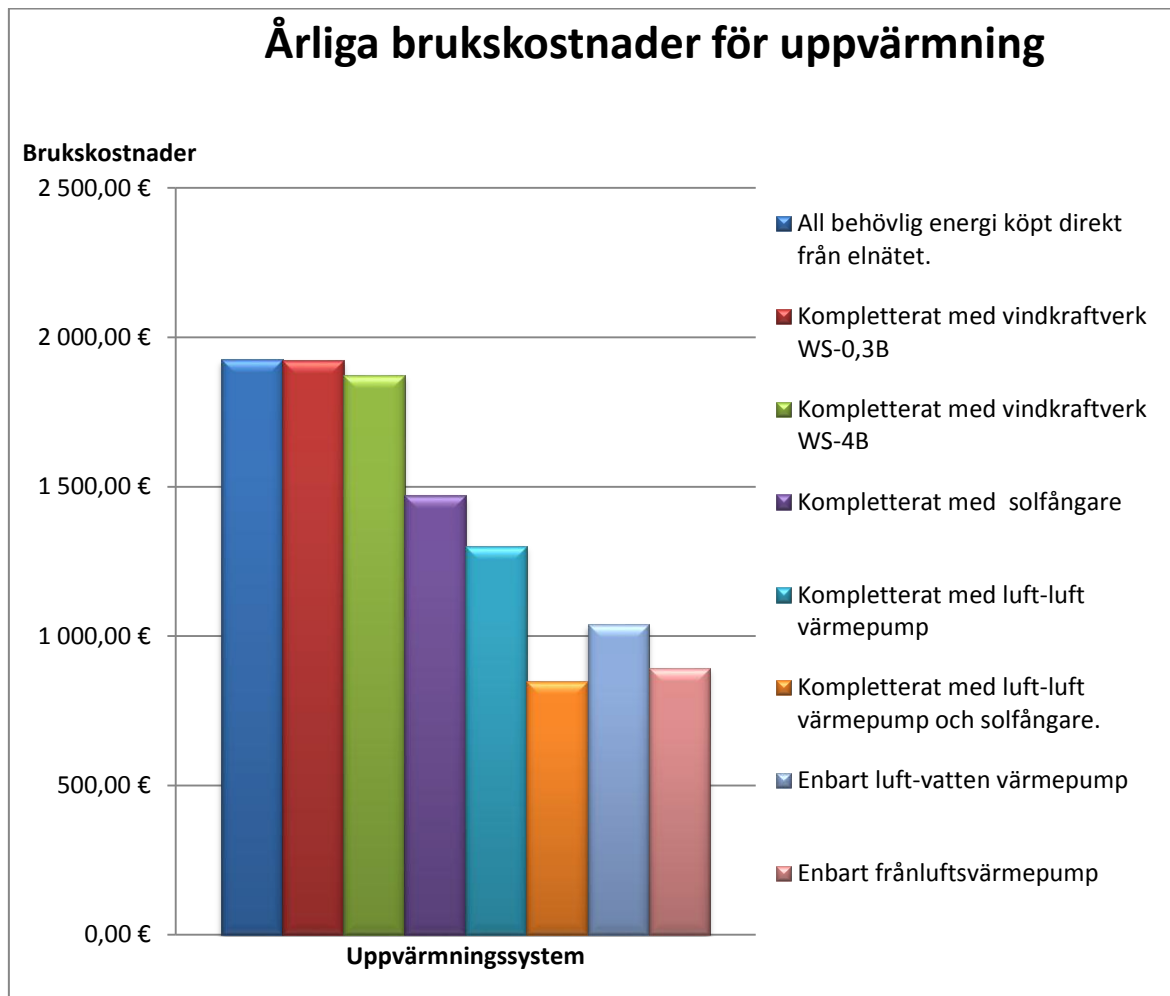
Tabellen visar vilken apparat som används för att producera energi.	Tabellen visar hur mycket energi det behövs för att värma upp rummet. Direkt eluppvärmning innebär att all behövlig energi köps direkt från elnätet, varvid det alternativet har det högsta värdet.	Tabellen visar hur mycket energi som "går genom elmätaren" med olika uppvärmningsmetoder. Det är med andra ord behövlig energimängd minus producerad energimängd.	Tabellen visar hur mycket energi från elnätet hemmets alla apparater kräver.	Tabellen visar hur mycket mera energi någon viss apparat producerar än förbrukar. Solfångarna producerar till exempel 4126 kWh per år, men cirkulationspumpen förbrukar samtidigt 112 kWh per år.	Elapparater = drivning av hemmets el-apparater. "Bruksvattnet" betyder uppvärmning av bruksvattnet. "Rums-uppvärmning" betyder uppvärmning av rum. "uppvärmning" betyder upp- värmning" av rum och bruksvatten
---	---	---	--	---	---

Årliga brukskostnader

	Energibehovet för en lägenhet i Solfjädersn 2, med olika uppvärmningssystem.	Vad denna energimängd kostar per år elpris 11,03 c/kWh	Energikostnad per månad	Installationskostnad **	Teknisk livslängd för de olika teknikerna.
All behövlig energi köpt direkt från elnätet.	17463 kWh	1 926,17 €	160,51 €	0,00 €	40
...Kompletterat med vindkraftverk WS-0,3B	17427 kWh	1 922,20 €	160,18 €	1 000,00 € *	25
...Kompletterat med vindkraftverk WS-4B	16983 kWh	1 873,22 €	156,10 €	4 000,00 € *	25
...Kompletterat med solfångare	13337 kWh	1 471,07 €	122,59 €	4 400,00 €	30
Kompletterat med luft-luft värmepump	11805 kWh	1 302,09 €	108,51 €	2 000,00 €	7
Kompletterat med luft-luft värmepump och solfångare	7679 kWh	846,99 €	70,58 €	6 400,00 €	7 och 30
Enbart luft-vatten värmepump	9422 kWh	1 039,25 €	86,60 €	8 000,00 €	15
Enbart frånluftsvärmepump	8102 kWh	893,65 €	74,47 €	7 800,00 €	15

*Priser ej bekräftade

**För installationskostnaden jämförs alla uppvärmningsmetoder med direkt eluppvärmning, så att el har priset 0 €, och alla kostnader som tillkommer detta räknas som installationskostnad. Hit hör b.l.a. kraftverk, värmepumpar, installationer och motsvarande.



Totalkostnader under hela den tekniska livslängden

	Teknisk livslängd (år)	Totala underhålls- och nyinförskaffningskostnader på 40 år.	totala inköpta energi-behovet under 40 år. (kWh)	Totala brukskostnader på 40 år
All behövlig energi köpt direkt från elnätet.	40	0,00 €	698520	77 046,76 €
Kompletterat med vindkraftverk WS-0,3B	25	2 028,00 €	696540	78 856,36 €
Kompletterat med vindkraftverk WS-4B	25	8 396,00 €	672120	82 530,84 €
Kompletterat med solfångare	30	6 300,00 €	533480	65 142,84 €
Kompletterat med luft-luft värmepump	7	10 937,00 €	489083	64 882,85 €
Kompletterat med luft-luft värmepump och solfångare.		10 937,00 € 6 300,00 €	324043	52 978,94 €
Enbart luft-vatten värmepump	15	24 798,00 €	352776	63 709,19 €
Enbart frånluftsvärmepump	15	33 560,00 €	306048	67 317,09 €

Antaganden till värden i föregående tabell:

”Totala underhålls- och nyinförskaffningskostnader på 40 år” beskriver hur mycket tekniken i fråga kostar att underhålla och förnya under 40 år. Här ingår årliga underhållskostnader, större reparationer samt nyinförskaffningar då tekniken går sönder.

För vindkraftverken antas, enligt Bertil Brännbacka, att innan elektriciteten som produceras i dessa kraftverk är ute i elnätet, är bortfallet ca 50 % på grund av de stora spännings-skillnaderna. Investeringspriserna på dessa kraftverk är dessutom väldigt osäkra, men på grund av den låga energiproduceringen är införskaffningspriset av sekundär betydelse.

För solfångarna räknas att de om 30 år producerar 30 % mera energi samt att de vid nyinförskaffning kostar 20 % mindre. Detta med stöd från figur 3, under rubriken ”Solenergi” samt med konstaterande av det faktum att priset för vanliga solpaneler har sjunkit kraftigt på senare åren.

Luft-luft värmepumpen beräknas behöva bytas ut 5 gånger under 40 år. Dessutom räknas att energibehovet för dessa pumpar minskar med 5 % per byte, då effektiviteten ökar. Då effektiviteten ökar minskar även behovet av tilläggsenergi från elnätet, vilket leder till ännu lägre elräkningar.

För Luft-vatten värmepumpen och frånluftsvärmepumpen räknas att de behöver bytas två gånger under denna period. Även här räknas med en effektivitetsökning, så att energiförbrukningen minskar med 15 % vid första bytet och 10 % vid andra bytet.

Rubriken ”Totala inköpta energibehovet under 40 år (kWh) anger hur mycket köpt energi lägenheten behöver för uppvärmning av rummet, bruksvattnet samt för användningen av alla elapparater under 40 år.

”Totala brukskostnader på 40 år” beskriver vad det kostar, med dagens elpriser” att hålla lägenheten varm, värma upp allt behövligt bruksvatten samt använda alla elapparater under de närmaste 40 åren.